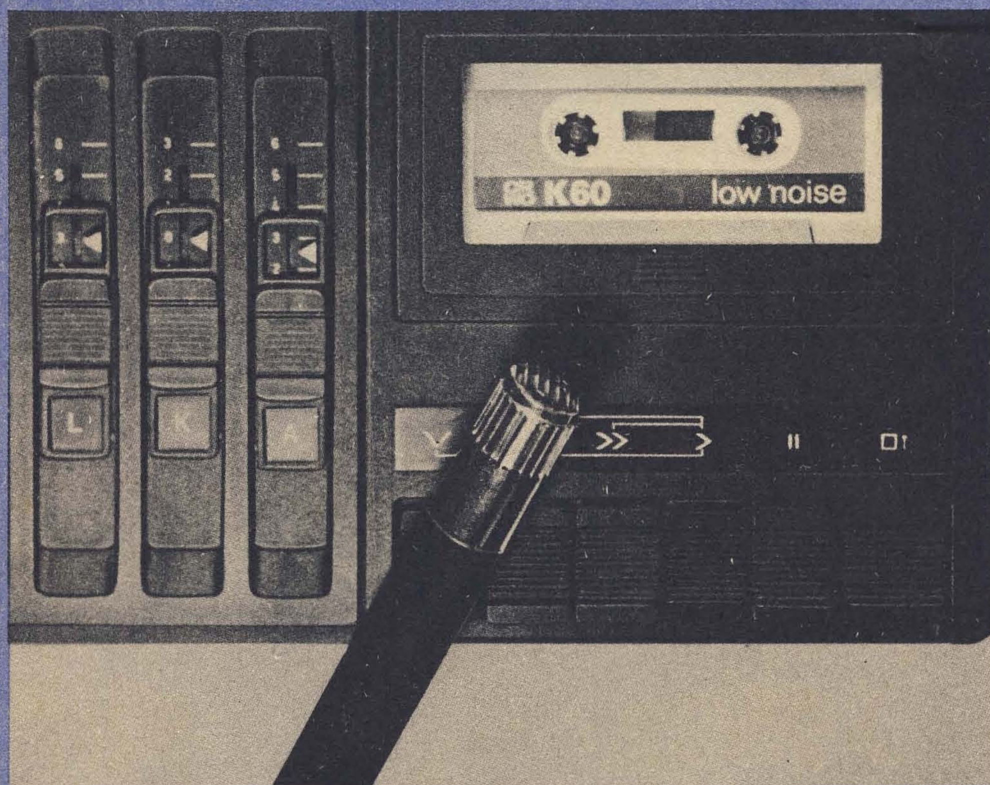


Bauplan 72

Klaus Schlenzig

Schalten mit Schall



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Schallschalter mit OPV
2.1. Es geht um Millivolt
2.2. Die Schaltung im Detail
2.3. Wege zur Wirkung
3. Impulsrelais – eine energieökonomische Lösung
3.1. Der Trick mit dem Kugelschreiber
3.2. Impulsrelais für Niederspannung
3.3. Treiberspannung aus dem Klingeltransformator
3.4. Treiberspannung aus kleiner Batteriespannung
3.5. Für Fachleute: Treiberspannung aus dem Netz
4. Ruf nach Licht
4.1. Funktion und Besonderheiten
4.2. Eingangsteil
4.3. Schallschaltkanal
4.4. Rückschaltkanal
4.5. Freigabetor für den OPV
4.6. Die Restproblematik
4.7. Problemarm: Schallwechselschalter
4.8. Leiterplatten und Bauempfehlungen
5. Mit-Läufer
5.1. Warten ohne Ruhestrom
5.2. Informator an der Wohnungstür
5.3. Veteran im Neueinsatz: KT 100 mit Netzteil *N200*
5.4. *Geracord* für alle Fälle
5.5 Alles in einem
5.6. Vorsicht vor »weißen Elkos«!

1. Einleitung

Zwischen dem Menschen und seiner von Technik geprägten Umwelt vermittelt Elektronik. Diese wiederum hat Schnittstellen in beiden Richtungen: Ein- und Ausgaben, die dem Menschen gerecht werden, sowie Aus- und Eingaben, die sich von den Abläufen in Natur und Technik ableiten. Elektrische Felder, wie in Bauplan 69, oder Licht, Thema von Bauplan 71, sind mögliche Informationsmittler. Auch Schallwellen können technische Informationen übertragen – sowohl zu Eingabe- wie zu Ausgabezwecken. Letztgenanntes gehörte z. B. zu den Themen von Bauplan 63.

Diesmal geht es vorrangig um die Nutzung von Schallwellen zum Auslösen von Wirkungen. Der Schallgeber kann der Mensch sein (oder er kann sich eines Schallgebers bedienen), aber auch jedes beliebige Objekt. Das Thema ist also nicht unbedingt originell. Bauplangemäß wird es jedoch mit Applikationen belegt, die dann einfach voraussetzen, daß eine den Schall aufnehmende Einheit vorhanden ist, mit definierten Ein- und Ausgabedaten. Daran können sich nun wiederum unterschiedlichste »Mittler« anschließen, die auf den aufgenommenen Schall hin eine Wirkung auslösen. Bauplangemäß dürfte auch sein, daß dafür oft nur eng begrenzt erscheinende Beispiele gegeben werden, nachvollziehbar im Amateurbereich, jedoch in ihren möglichen Anwendungen weit darüber hinaus. Mancher Denkanstoß ist also auf diesen Seiten enthalten, wie es für Praktikerliteratur typisch sein sollte. Bisweilen erweist sich dabei sogar eine Einzelheit als Keim einer neuen Möglichkeit, die für jene vordergründigen Beispiele zu lösen einfach nötig erschien. In diesem Bauplan sind das beispielsweise energiesparende »Memory«-Schalter.

Die erste Anregung dazu stammte – ebenfalls bauplantypisch – aus dem Handelsangebot im Erarbeitungszeitraum und betraf ein Impulsrelais für »schwachstrom«gesteuerte Beleuchtungen. Die sich dadurch ergebende Problematik der Grenzlinie zum 220-V-Netz, unter der die meisten Bauplanleser wegen dafür fehlender beruflicher Qualifikation bleiben müssen, war wiederum Anlaß für die Untersuchung, welche Möglichkeiten sich unterhalb davon für dieses interessante Bauelement und ähnliches finden lassen.

Darüber hinaus (nun wieder für die bezüglich der Netzspannung Qualifizierten – und für diese nur als schaltungstechnische Anregung!) ergab sich eine Art Speicherschalter, mit dem ein solches Impulsrelais ohne aufwendige Versorgung betrieben werden kann. Das eröffnet eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten z. B. für Lampen- und Gerätesteuerung, wenn die Auf-

nehmerelektronik ebenfalls komplett mit in der Isolierbox untergebracht wird, also auch für einen Schallschalter aus der untersten Energiebedarfsklasse.

Wer die sicherheitstechnischen Regeln beherrscht, nach denen eine solche Einheit berührungs- und zerstörungssicher gekapselt und betrieben werden kann, findet in diesem Bauplan ebenfalls interessante Denkanstöße. Da dieser Personenkreis heute gar nicht mehr so klein ist, wurde eine solche Schaltbox zur Information mit beschrieben. Es muß aber nochmals betont werden: Das ist nur etwas für Fachleute in Sachen Sicherheit!

Für alle anderen Leser bleiben, wie gewohnt bis zum Leiterplattenbeispiel entwickelt, ausreichend gefahrlose Niederspannungsobjekte. Sie orientieren sich weitgehend am Handelsangebot im Erarbeitungszeitraum. Nicht unbedingt jedes prinzipiell laut Typenliste vorhandene Bauelement wird also benutzt, auch wenn es vielleicht für den angestrebten Zweck ideal wäre. Eingesetzt wird vielmehr nach Möglichkeit das, was dem Amateur derzeit erreichbar sein müßte – aus der Sicht bei Erarbeitung des Manuskripts.

2. Schallschalter mit OPV

Im Prinzip ist es heute kein Problem mehr, mit leiser Stimme tonnenschwere Gegenstände zu dirigieren. Die Frage bleibt nur, wo das Sinn hat und welchen Aufwand es erfordert. Spracheingabe bei Computern etwa befreit nicht nur von vieler Tipparbeit, sie ermöglicht auch manchem Behinderten, hochqualifizierte Arbeit zu leisten – kein geringer Umstand in schwierigen Lebenslagen! Das sei nur als Beispiel genannt, um zu zeigen, wie weit sich der Bogen bei vielen zunächst »wertneutralen« Anwendungen moderner Technik spannen kann.

2.1. Es geht um Millivolt

Die u. a. an Magnetbandgeräten benutzten dynamischen Mikrofone sind relativ niederohmig und liefern Wechselspannungen im unteren Millivoltbereich, wenn sie Schallwellen ausgesetzt werden. Für diesen Spannungsbereich gibt es heute preiswerte Operationsverstärker mit unterschiedlichen Eigenschaften. Im folgenden Experiment geht es zunächst nur darum, auf den Ruf »Licht an!« oder ein anderes Schallereignis hin eine Leuchtdiode für eine wählbare Zeitspanne leuchten zu lassen. Aus wenigen Millivolt Eingangsspannung soll also wenigstens ein »Spannungshub« von 1,5 bis 2 V werden. Mehr ist danach kein Problem: Ob mit Transistor, Triac oder auch Relais, auf diese Weise läßt sich alles schalten, was mit Elektroenergie arbeitet.

Ein Doppel-OPV oder (übersichtlicher) 2 einzelne B 861 D sind für ein Experiment mit möglichst kleiner Betriebsspannung gerade recht. Für Langzeitbetrieb empfehlen sich 3 Monozellen in einem passenden Halter oder einfach mit angelöteten Drähten. Für die 1. Phase kann man sich die Arbeit mit einem kleinen Trick erleichtern. Es gibt sie zwar nur noch für Ersatzbestückung, aber einem Bastler kann man das wohl nachsehen: Von einer 4,5-V-Flachbatterie wird die Abdeckung entfernt. An die Drahtbrücke zum Pluspol der minusseitigen Zelle wird ein Draht angelötet. Er ist der Massepunkt der Quelle, die nun plusseitig 3 V und minusseitig 1,5 V liefert. Das geht recht gut, denn die negative Spannung braucht für diesen Einsatzfall nicht größer zu sein. 0,8 V von den Betriebsspannungen entfernt sollen die Eingänge dieser OPV-Typen bleiben, wenn sie erwartungsgemäß funktionieren sollen. Das ist mit der beschriebenen Maßnahme sichergestellt. Größere Aussteuerung wird in diesem Fall nur auf der positiven Seite gebraucht.

Der 1. OPV in Bild 1 verstärkt die Mikrofonspannung, der 2. arbeitet als Schaltverstärker

mit Zeitkonstante. Dadurch leuchtet die Diode noch etwa 4s nach einem genügend lauten Schallsignal. Die Arbeitspunkte sind so gewählt, daß ziemlich empfindliches Ansprechen gewährleistet ist. Weniger Empfindlichkeit erreicht man dadurch, daß die Arbeitspunkte geeignet verschoben werden.

2.2. Die Schaltung im Detail

Bild 1 zeigt die relativ übersichtliche Verknüpfung. Bis sie optimal arbeitet, muß man aber einiges tun. Meßmittel sind nützlich, z. B. ein Digitalvoltmeter. Mindestens sollte aber zunächst Stufe 2 überschaubar funktionieren. Man kann sie dann bei abgelötetem 47-µF-Kondensator als Einstellhilfe für Stufe 1 benutzen. Da es um Millivolt geht, sollte man nur für Arbeiten bei konstanter Spannung auf das Stabilisieren der Eingangs-Bezugsspannung verzichten. Die Stabilisierungsschaltung bedingt zwar eine Verdopplung des Ruhestroms, wenn mit einer Leuchtdiode als leicht beschaffbarer Referenzquelle gearbeitet wird, dafür kann man die Grenzen der Empfindlichkeit dieser Schaltung gut ausnutzen. Sparsamer wird es mit einem Referenzelement B589N; R1 darf dann einen höheren Widerstandswert haben (bis zu 2,2 kΩ).

N1 arbeitet als invertierender Verstärker. Die durch die Widerstandswerte von Anschluß 5 auf Anschluß 3 und von Anschluß 3 nach Masse bestimmte Verstärkung ist relativ hoch (etwa 200fach). Der Ruhepunkt, also die Ausgangsspannung von N1 ohne Signal, wird durch die Spannungsteiler an den beiden Eingängen bestimmt. Diese Einstellung ist exemplarabhängig und kompensiert auch die Offsetspannungen. Nach Empfindlichkeitseinstellung mit R5 soll ohne Signal am Ausgang etwa −0,1 V zu messen sein (Grenzwert nach oben: 0V). Dadurch bleibt die Diode sicher gesperrt. Schon bei relativ kleiner Signalspannung ergeben sich am Ausgang von N1 Rechteckschwingungen mit bis zu 2 V in positiver und rund 0,8 V in negativer Richtung. Die positiven Halbwellen aktivieren über die Diode N2, dessen (+)−Eingang bis dahin sicher über der Spannung des (−)−Eingangs lag. Darum war der Ausgang gesperrt. Man bedenke, daß der B861D einen offenen Kollektorausgang hat!

Bei leitendem N2 leuchtet die LED. Nach Abklingen der Schallschwingung entlädt sich der am (−)−Eingang liegende Kondensator über den 68-kΩ-Widerstand, und die LED verlöscht wieder. Ohne die Diode würde der Kondensator durch den Ausgang von N1 schnell entladen werden.

Der Ruhestrom der Versuchsschaltung lag bei 2,2 mA. Eine Stabilisierung mit Leuchtdiode braucht etwa ebensoviel. Der Arbeitsstrom hängt vom Ausgangskreis ab. Besonders bei Einsatz eines B589N ergeben Monozellen also lange Betriebszeit. Man vermeide wegen der temperaturabhängigen Flußspannung der Koppeldiode große Temperaturhübe! Zum Abgleich auf die größte Empfindlichkeit lötet man den 47-µF-Kondensator ab und stellt das Potentiometer so ein, daß die LED gerade noch nicht leuchtet. Dann Kondensator wieder anlöten.

2.3. Wege zur Wirkung

Die Schaltung nach Bild 1 läßt sich auf unterschiedliche Weise in die Praxis umsetzen. Das stellt gleich noch eine kleine Übung für Einsteiger dar, die »ihren« Weg zur günstigsten Experimentalschaltung suchen. Die Betonung liegt auf dem Wort Experiment, denn kaum eine Bauplanschaltung erhebt Anspruch auf Serienreife. Freiräume zum Weiterdenken und Bessermachen sind stets gegeben, schon wegen der unterschiedlichen Voraussetzungen.

Für solche Zwecke gibt es Lötinsel-Lochrasterplatten. Sie sind begehrt, und man sollte im Handel zugreifen, auch wenn man sie erst später braucht. Auf ihnen befinden sich im Rasternetz von 2,5 mm Maschenweite Lötaugen von etwa 2 mm Durchmesser mit 1-mm-Löchern. Es gibt davon auch 2seitig kaschierte Ausführungen und solche mit Steckerkamm. Für größere Vorhaben ist das eine gute Ausgangsbasis.

Für dieses Projekt genügt ein Abschnitt einer 1seitig kaschierten Platte. Bild 2 zeigt, wie der Verdrahtungsentwurf aussehen kann, wenn man die verwendeten Lötinseln direkt untereinander verbindet. Dabei sollte aber stets gelten: Bauelemente einstecken, Drähte dicht über der Lötoberfläche abschneiden, löten. Mit den Drahtabschnitten können die Verbindungen hergestellt werden. Dadurch lassen sich später wertvollere Teile leicht wieder ausbauen bzw. Abgleichwerte wechseln. Im schlimmsten Fall wird mit einem isolierten Drahtstück bzw. durch Überziehen eines Isolierschlauchs auch einmal eine Kreuzung zugelassen. Das ist bei dieser Bauart wegen der Übersicht besser als das Anbringen von Drahtbrücken auf der Bauelementeseite. Gerade der Anfänger hat dann doch oft Schwierigkeiten mit der Übersicht über die Gesamtverdrahtung. Später muß er sich aber auch daran gewöhnen, denn »echte« Leiterplatten sind infolge der hohen Anschlußdichte heute oft beidseitig mit Leitern versehen.

Vor dem Bestücken einer solchen Platte sollte man unbedingt auf Lötfähigkeit testen. Die Platten sind zwar mit einem meist lötfördernden Lack überzogen, aber langes Lagern mindert dennoch die Lötbarkeit. Man stellt also eine Probelötstelle her: Frisch verzinntes Drahtstückchen isolierseitig durch ein Loch führen (bis etwa 1 mm über Kupferfläche). Lötauge mit einem Tropfen Kolophonium-Spiritus-Lösung oder säurefreier Löttinktur benetzen. Saubere Lötkolbenspitze, dünn verzinnt, auf Lötauge halten und Lötdraht mit Kolophoniumseele zuführen (wenig Zinn!). Ergibt dieser Versuch (vorausgesetzt, man kann richtig löten!) eine saubere halbkugelförmige Lötstelle, ist alles in Ordnung. Nimmt das Kupfer das Zinn nicht vollständig an, so ist die Platte überlagert oder einfach vor dem Lackieren schlecht gesäubert worden. Oder die Lackschicht hat keine lötfördernden Eigenschaften. Dann hilft eine Radikalkur: Platte mit Spiritus abwaschen (Pinsel oder/und Papiertaschentuch oder Zellstoff), mit unbenutztem, nur für solche Zwecke reserviertem Haushaltsscheuerschwamm vorsichtig blankscheuern, mit spülmittelhaltigem Wasser säubern und mit sauberem Geschirrtuch trocknen. Da die Platte nun bald benutzt wird, reicht ein dünner Auftrag, den man bereits mit Zellstoff aufbringen kann. Zu empfehlen ist der lötfördernde Schutzlack aus dem Neuruppiner Ätzsatz, oder man löst Kolophonium in Spiritus.

Der benötigte Plattenabschnitt wird, wenn dem nicht Gehäusevorgaben Grenzen setzen, etwas reichlicher bemessen, als nach dem Entwurf nötig wäre. Die Schaltung wächst sich nämlich bei Experimenten bisweilen beängstigend schnell aus.

Nur für die, denen die Eigenschaften der Schaltung nach Bild 1 bereits voll zusagen, gibt Bild 3 eine Leiterplatte wieder, die auch auf *typofix* erhältlich sein wird. Im Gegensatz zu vorangegangenen Bauplänen ist das wieder einmal eine ganz konventionelle, mit Bohrungen und damit getrennter Leiter- und Bestückungsseite. Was alles mit dieser Baugruppe angestellt werden kann, findet der Leser in diesem Bauplan beschrieben.

3. Impulsrelais – eine energieökonomische Lösung

Um mit kleinen Energien große Wirkungen erzielen zu können, bediente man sich früher fast immer des elektromechanischen Relais. In vielen Erscheinungsformen wird das klassische Prinzip deutlich: Ein Elektromagnet mit beweglichem Anker schließt beim Stromdurchgang Kontakte, von deren Auslegung die Größe des zulässigen Stroms im Leistungskreis abhängt. Solange in der Erregerspule Strom fließt, sind die Kontakte geschlossen. Da zum Anzug

wegen des zunächst großen Luftspalts ein höherer Strom erforderlich ist als zum Halten nach dem Anziehen, ließen sich solche Relaisschaltungen bereits in Grenzen »sparsam« gestalten.

3.1. Der Trick mit dem Kugelschreiber

Die beste Lösung besteht darin, daß nur im Augenblick des Wirkungswechsels Energie aufgewendet werden muß. Dieses Prinzip wird z. B. in der Modelleisenbahn bei den Weichenschaltungen in Nachbildung der Realität angewendet. Es läßt sich mit dem Umlegen eines Schalters von Hand vergleichen. Unzählige Male wendet man ein solches Prinzip seit langem bei Kugelschreibern u. ä. an: Der 1. Druck läßt die Spitze erscheinen und arretiert sie, beim 2. Druck verschwindet sie wieder im Gehäuse.

Bild 4 zeigt ein Impulsrelais, bei dem dieses Kugelschreiberprinzip genutzt wird. Es wird in großen Mengen als Schaltglied in der Beleuchtungsinstallation moderner Wohnungen eingesetzt. Dieses Relais erfordert nicht einmal eine Gleichspannung, denn Kraft ist eben Kraft: Wenn in der Wicklung durch den Stromfluß ein Magnetfeld entsteht, zieht dieses Feld jeden Eisenkern in die Spule, gleichgültig, in welcher Richtung dabei der Strom gerade fließt! Wer also auf seinen Lichttaster drückt und ein kurzes Summen hört, während sich das Licht ein- oder ausschaltet, hat es mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einem solchen Relais zu tun.

Was aus dem Foto nicht so gut hervorgeht, ist der Trick mit dem Kugelschreiber. Der eiserne Bolzen in der Spule ist mit einem Schaltstück aus Preßstoff verbunden, das einen zahnradähnlichen Kragen trägt. In den Halbschalen des Preßstoffgehäuses befinden sich funktionsgerechte Führungen. Sie bewirken, daß bei jeder (kurzen) Betätigung des Relais, also Anzug oder »Abfall« des Bolzens (mit einer Feder, die beim Anzug zusammengedrückt wird), Bolzen und Schaltstück eine Viertelumdrehung ausführen. Das Schaltstück hat dazu eine Kontaktbrücke, während die ins Gehäuse eingelegte Kontaktplatte 2 federnde Gegenkontakte trägt (Bild 5).

Nun handelt es sich allerdings nicht gerade um eine Mikroleistungs-Anordnung, solange dieser Schaltvorgang ausgeführt wird. Das »Getriebe« und die Feder, die auch mit für den nötigen Kontaktdruck verantwortlich ist, sowie der Luftspalt zwischen Bolzen und übrigem Magnetkreis haben schon ihren Preis, was die nötige Betätigungsenergie angeht. Die aufgeprägte Angabe »12 V« (Wechselspannung) sollte man schon ernst nehmen. Die Spule hat nur etwa 7 Ω, es fließen also rund 1,7 A. Auf Grund der induktiven Wirkung der Spule liegt der Wechselstromwiderstand zwar höher als der mit einem Ohmmeter zu messende Gleichstromwert, aber die Größenordnung bleibt. Und auch bei Gleichstromspeisung ist zu berücksichtigen, daß bei Anlegen der Schaltspannung nicht sofort der aus U und R errechnete Strom fließt. Vielmehr steigt er bekanntlich mit der Zeitkonstanten R/L exponentiell an. Die Spannung muß also eine gewisse Zeit anliegen, bis die volle Feldwirkung eintritt. Hinzu kommt die mechanische Trägheit des Systems. Diese Effekte wurden bei den im folgenden beschriebenen Lösungen berücksichtigt.

3.2. Impulsrelais für Niederspannung

Die Kontakte des gezeigten Typs (er war 1988 im Amateurbedarfshandel erhältlich) sind für 10 A ausgelegt. Zwar ist die Kontaktbeanspruchung bei Wechselspannung geringer als bei Gleichspannung (Materialwanderung), aber einige Ampere dürften auch bei Gleichstrom zulässig sein. Man kann also in 12-V-Anlagen Lampen oder anderes schalten, doch dafür gibt es auch Kfz-Relaistypen. Hinter schutzisolierten Transformatoren größerer Leistung (z. B. solchen für Halogen-Niederspannungsleuchten) läßt sich das Relais ebenfalls einsetzen. Damit ein solcher Kreis geschaltet werden kann, wird Treiberenergie gebraucht. Bild 6 faßt einige Möglichkeiten dafür zusammen.

In Bild 6a erkennt man zunächst die triviale Art, wenn gerade die erforderlichen 12 V für das Relais auch als Sekundärspannung verfügbar sind. Bild 6b deutet vorerst »neutral« an, daß man auch bei höherer Spannung des Leistungskreises von dort Schaltenergie beziehen kann. Wie das genau vor sich geht, wird noch erläutert. In beiden Fällen ließe sich auch die Betriebsenergie für eine Steuerelektronik (z. B. eben für einen Schallschalter) aus der Leistungsseite beziehen.

Häufig sollen jedoch beide Kreise galvanisch voneinander getrennt bleiben (eine »Trokkenübung« für die Probleme bei Netzspannung für Sachkundige!). Aus dem Netz läßt sich dann die Steuer- bzw. Treiberenergie mit einem schutzisolierten Transformator gewinnen. Diese in Bild 6c angedeutete Lösung wird noch näher erläutert, da es sofort wieder Probleme mit dem Relais gibt, wenn ein leicht greifbarer und preisgünstiger Klingeltransformator benutzt werden soll.

Bild 6d steht für (Gleich-) Spannungen auf der Leistungsseite, die kleiner als die Treiberspannung sind. Man kann sich eine solche Aufgabe vorstellen, wenn ein 6-V-Akkumulator im Spiel ist. Dann könnte zwar noch die Steuerelektronik mit aus dieser Spannung versorgt werden, nicht aber die Relaiswicklung. Doch dafür gibt es auch bei Gleichspannung einige Tricks. Bild 6e deutet das an.

Insgesamt erscheint aber die Konfiguration nach Bild 6d als vielseitigste, wenn auch dafür nur für zeitbegrenzten Einsatz geeignet. Diese Beschränkung wiederum entfällt, wenn die Versorgung aus der Batterie mehr als »Stand-by«-Lösung gedacht wird, während man im Normalfall netzgestützt arbeitet. (Unter »Netz« sei hierbei allgemein die Hauptstromversorgung der Leistungsseite verstanden.) Die Überbrückungsbatterie stellt eine interessante Verbesserung für solche Systeme dar, denn der »Memory«-Effekt des Impulsrelais erlaubt Reagieren ohne Abhängigkeit von der Hauptstromversorgung, wenn diese gerade einmal ausgefallen sein sollte. Sobald sie wieder arbeitet, wird entsprechend der letzten geschalteten Vorgabe reagiert.

Bild 7 zeigt einen Realisierungsvorschlag für eine solche Anlage: Steuerelektronik, Impulsrelais und Überbrückungsbatterie passen in einen der bekannten »Anglerkästen«, zusammen auch mit einem größeren Mikrofon bei 6-V-Batterie (und Spezialschaltung), mit außen montiertem Mikrofon oder auch einer auf Licht reagierenden Steuerschaltung bei 12 V.

3.3. Treiberspannung aus dem Klingeltransformator

Zwischen Bauplanobjekten, die (und wenn auch nur kurzzeitig) »etwas mehr« Energie brauchen, und dem 220-V-Netz befindet sich stets ein berührungssicher gekapselter Klingeltransformator. In Bauplan 67 wurde u. a. auf die Eigenheiten solcher Typen eingegangen.

Bekanntlich liefert der überall erhältliche Typ »6 V/0,5 A« im Leerlauf eine Spitzenspannung von mindestens 12 V. Dabei gibt es jedoch zwischen den älteren und den nun auch schon eine Reihe von Jahren lang angebotenen neueren Exemplaren noch Unterschiede. Für den vorliegenden Fall können sie bezüglich des nötigen Aufwands entscheidend sein. Hier der Beleg: Unter den in Bild 8 dargestellten Bedingungen schaltet das Impulsrelais am älteren Typ erst ab etwa 200 V Eingangswechselspannung. Bei Absinken der Netzspannung innerhalb des zulässigen Bereichs (−15%) ist das schon keine sichere Lösung mehr. Beim neueren Typ genügen dagegen bereits 175 V.

Entscheidend für das zuverlässige Schalten ist jedoch nicht allein die Spannung, sondern

auch die Entladezeitkonstante des Kondensators in Verbindung mit dem ziemlich niedrigen Wicklungswiderstand. Man bedenke, daß die Kondensatorspannung nur im Leerlauf den nötigen Wert erreicht und beim Schalten auf einen vom Innenwiderstand des Transformators bedingten, wesentlich kleineren Wert zusammenbricht. Erst mit insgesamt 4,7 bis 10 mF (10000 μF, heute allerdings leicht realisierbar) stellten sich die gewünschten Bedingungen ein. Diese Voraussetzungen gelten für alle im folgenden vorgeschlagenen Lösungen in Verbindung mit Quellen hohen Innenwiderstands. Dieser Innenwiderstand und die Kapazität des »Treiber«-Kondensators bestimmen im übrigen die kürzeste mögliche Zeitspanne bis zum nächsten Schalten. Wo es darauf ankommt, ist eine Anzeige sinnvoll, die diese Startbereitschaft signalisiert. Wird nämlich vor Erreichen der Anzugsspannung geschaltet, entlädt sich lediglich der Kondensator! Insgesamt haben die Lösungen viel Ähnlichkeit mit Blitzgeräten.

3.4. Treiberspannung aus kleiner Batteriespannung

Es liegt nahe, einen Transverter einzusetzen, wenn man mit möglichst wenigen galvanischen Elementen auskommen muß. Dafür gibt es Lösungen mit guter Energieökonomie, nur wird eben ein »bewickeltes« Bauelement benötigt. Falls aus dieser Quelle auch die Steuerelektronik mit versorgt wird, ist das ein guter Weg. Nur braucht diese Elektronik meist nicht die für den Ladekondensator erforderliche höhere Spannung. Bei umgekehrter Betrachtung steht oft eine »mittlere« Batteriespannung zur Verfügung (zwischen 4,5 und 9 V), so daß es auch ohne Wickeln geht, wenn auch nicht mit so günstigen Daten.

Bild 9a zeigt eine moderne Konzeption mit einem Spannungswandler-Schaltkreis vom Typ U7660DG. Allerdings funktioniert diese einfache Schaltung nur, wenn die Batteriespannung nicht niedriger wird als die Hälfte der Schaltspannung für das Relais. Nach Bild 9b kann diese Grenze nach unten verschoben werden, jedoch um den Preis der Flußspannungen für die Dioden, um die sich die erforderliche Mindesteingangsspannung erhöht. Zu bedenken ist auch die Polaritätssituation. In der Schaltung nach Bild 9a hat die Ausgangsspannung die entgegengesetzte Polarität zur Eingangsspannung. Für das Relais wird aber die Summe aus Eingangs- und Ausgangsspannung benötigt. Die Lage des Kontakts für die Relaisbetätigung muß also zur Gesamtschaltung geeignet ausgewählt werden. Die Ladezeitkonstante schließlich wird von der »Ergiebigkeit« des Wandlers bestimmt. Falls aus der gewandelten Spannung noch andere Schaltungsteile versorgt werden müssen (z.B. symmetrischer OPV-Betrieb), sollte bereits der Anfangsladestrom (also »Kurzschluß« bezüglich des Kondensators) den Ausgangsdaten des U7660DG gemäß begrenzt werden. In Bild 10 findet man darum das Belastungsdiagramm zusammen mit weiteren Informationen zu diesem Schaltkreis.

Der kleine Strombedarf bei geladenem Kondensator läßt eine solche Einheit auch bereits für Einsatzfälle interessant erscheinen, bei denen einfach von Hand (fern-) geschaltet werden soll. Selbstverständlich schließt das auch die Verwendung zusammen mit einem Schallschalter ein. Die Batteriespeisung bietet eine oft erwünschte Mobilität, so daß damit unterschiedliche, auch nur gelegentlich auftretende Aufgaben gelöst werden können. Das wiederum reicht vom Schalten von Niederspannungskreisen bei höherem Lastkreisstrom (z.B. mit einem 6-V-Akkumulator) bis zur universellen Schaltbox, deren Bau dem Sachkundigen in Sicherheitsfragen vorbehalten bleibt. Gerade mobile Schaltboxen müssen in jeder Hinsicht sicher sein. Die Anforderungen reichen von der mechanischen Stabilität bis zur Unempfindlichkeit gegenüber Feuchte, und vor allem sind die in den Vorschriften festgelegten Kriech- und Luftstrecken sowie alle Fragen des Berührungsschutzes zu beachten.

3.5. Für Fachleute: Treiberspannung aus dem Netz

Naheliegend ist die Frage, wie der zu schaltende Kreis ohne aufwendige Maßnahmen (wie Transformator) auch die Treiberenergie für das Impulsrelais liefern kann. Die Lastkreisspannung muß vorhanden sein, wenn der Schaltvorgang eine Wirkung auslösen soll. Nochmals sei aber auf die weiter vorn angedeutete Problematik hingewiesen: In Fällen, bei denen eine Automatik unbedingt reagieren soll, auch bei kurzen Netzausfällen, muß die Treiberseite ständig aktiv sein können. Eine Stützbatterie liegt also nahe. Nur muß sie im vorliegenden Spezialfall voll in die Schutzmaßnahmen gegen Berührung usw. einbezogen werden, denn sie hat jetzt Netzverbindung!

Bild 11 zeigt, wie sich Treiberenergie transformatorlos »sammeln« läßt. Sammeln ist das richtige Wort für das, was in der Schaltung nach Bild 11 abläuft: Der Kondensator wird in einer von der Summe der Vorwiderstände bestimmten Zeit von den positiven Halbwellen der Netzwechselspannung geladen. Überschreitet die Spannung am Kondensator den Wert $U_Z + U_{F2}$, beginnt im kombinierten Begrenzungs- und Anzeigezweig ein Strom zu fließen, der ohne Kondensator maximal den Scheitelwert des Ladestroms erreichen kann:
$I_{max} = (U_{Nmax} - U_{F1} - U_{F2} - U_Z - I_{max}R_S)/R_V$.
In 1. Näherung kann also mit $I_{max} = U_{Nmax}/R_V$ gerechnet werden, da die Summe der übrigen Größen nur etwa 5% von U_{Nmax} ergibt.

Dieser Strom bewirkt etwas Nützliches und etwas nicht Vermeidbares: Zunächst fließt er als Anzeigestrom durch die Leuchtdiode und signalisiert – vergleichbar mit dem Indikator an einem Fotoblitzgerät – für den Treiberkreis Funktionsbereitschaft. Außerdem setzt er aber in den Vorwiderständen elektrische Leistung in Wärmeleistung um. Sie ist zwar gegenüber Stromfluß in beiden Richtungen nur etwa halb so groß, aber im Interesse geringer Erwärmung sollte man mit diesem Strom doch möglichst niedrig bleiben. Moderne Leuchtdioden mit gutem Wirkungsgrad kommen dem entgegen. Der Scheitelwert des bei den positiven Halbwellen fließenden Stromes erreicht nach Bild 11 nur etwa 8 mA. Damit bleibt die Wärmeleistung in den Widerständen weit unter 1 W. Die Kombination von 4 Widerständen der Baugröße 3 × 11 o. ä. von je 8,2 bis 9,1 kΩ in Serie hat daher nicht nur den Grund, diese Leistung auf größere Fläche (gemäß der Belastbarkeit dieser Typen) zu verteilen. Sie entspricht auch der Vorschrift, daß Widerstände dieser Baugröße nicht von Anschluß zu Anschluß mit 220 V belastet werden dürfen, weil dann ihre Grenzspannung laut Standard überschritten wird. 8 mA sind außerdem ein guter Wert dafür, in diesen Kreis gleich noch eine Leuchtdiode als Betriebsanzeige einzufügen.

Es dauert unter den dargestellten Bedingungen immerhin rund 20 s, bis die Leuchtdiode Bereitschaft meldet. Kürzere Schaltfolgen sind mit dieser Konfiguration also nicht ohne weiteres möglich. Zum Weiterdenken darum noch ein Tip: Wird die Eingangsdiode eines Optokopplers statt der Leuchtdiode für die Bereitschaftsmeldung eingesetzt, könnte dieser für eine Schaltung, die das Relais steuert, ein Freigabesignal liefern. Solange das Signal nicht vorhanden ist, wird der Treiberkreis nicht geschlossen. Damit läßt sich vermeiden, daß vorzeitiges Schließen nur den noch nicht voll aufgeladenen Kondensator entlädt, ohne daß das Relais schaltet.

Eine andere Möglichkeit für eine solche Rückmeldung bietet der Widerstand im LED-Kreis. (Achtung – auch bei dieser Schaltung besteht Berührungsgefahr auf Grund der Verbindung zum Netz!) Angesichts der Strombegrenzung vom Netzkreis her brauchte die LED an dieser Stelle eigentlich keinen Vorwiderstand. Auf diese Weise aber entsteht über R_S eine Spannung, mit der ebenfalls ein Freigabesignal geschaltet werden kann. Im Beispiel wurden an 270 Ω rund 0,7 V gemessen. Das würde schon für einen Transistoreingang reichen. Für das Steuern eines CMOS-Triggers (obere Schaltschwelle bei etwa 70% der Betriebsspannung)

erscheint dagegen ein hochohmiger Spannungsteiler parallel zum Kondensator sinnvoller, etwa so wie nach Bild 12: Sobald die obere Triggerschwelle überschritten wird, kann eine wenigstens ebenso große Spannung am 2. Eingang des Triggerelements seinen Ausgang von H auf L schalten. Den Rest besorgt am besten ein impulsgesteuerter Thyristorschalter. Man bedenke, daß der Anfangsstrom in das Impulsrelais fast 2 A beträgt. Ein unter Amateurbedingungen leicht beschaffbarer bipolarer Transistor würde dafür bei einer Stromverstärkung von 100 schon 20 mA Steuerstrom brauchen. Außerdem würde – je nach gewählter Schaltung – ein mehr oder weniger großer Teil der Treiberspannung über ihm stehen und damit für das Relais nicht verfügbar sein.

Sicherlich werden auch im Amateurbedarfshandel zunehmend modernere Typen von Transistoren greifbar sein, bei denen das genannte Steuerstromproblem nicht mehr gegeben ist. Mit ihnen lassen sich kleinere Sättigungsspannungen erreichen. In der »Übergangszeit« dürfte sich aber aus der Bastelkiste oder auch aus Handelsangeboten noch eine ebenso günstige Lösung gewinnen lassen: Ein auf kleinen Steuerstrom ausgesuchter Thyristor hat nämlich meist eine Restspannung von wenig mehr als 1 V. Zudem löscht er sich bei Unterschreiten des Haltestroms (meist etwa 50 mA) selbst. Sein Nachteil, daß er nur in einer Richtung leitet, hat bei dieser Steuerfunktion keine Bedeutung. Man braucht also weder eine Gleichrichterbrücke noch einen Triac statt des Thyristors, und für dieses Bauelement genügt sogar die unterste Spannungsklasse. Es gibt keine Wärmeprobleme, und bei geöffnetem Kontakt garantiert das Impulsrelais »echte« Netztrennung. Gegenüber einer Lösung mit Schalttransistor ist der Thyristoreinsatz sogar mit geringerem Aufwand verbunden: Der Thyristor bleibt nach einem kurzen Steuerimpuls leitend, bis der Haltestrom im Hauptkreis unterschritten wird, der Transistor dagegen braucht für die gesamte Schaltzeitspanne Steuerstrom. All das sind Argumente, die den Einsatz einer Kombination wie der im folgenden vorgestellten interessant erscheinen lassen – eben für alle, die mit Netzspannungskreisen umgehen dürfen. Für alle anderen bleibt die Sache wegen ihrer frei wählbaren Betriebsspannung von Interesse: Der »Energiesammler« muß nicht unbedingt an Netzspannung betrieben werden, sondern es wurden bereits andere Möglichkeiten angedeutet. So ist dann die im folgenden Abschnitt vorgestellte Schaltung auch für Experimente im voll netzgetrennten Niederspannungsbereich interessant.

4. Ruf nach Licht

Bild 13 zeigt eine Schaltung, die auf Rufen, Händeklatschen, aber auch Husten oder Niesen hin das Impulsrelais ansprechen läßt. Danach folgt eine vom »Energiesammler« bedingte Totzeit, in der sie sich nicht beeinflussen läßt. Nach einer wählbaren (in diesem Fall allerdings fest verdrahteten) Verzögerungszeit, die mindestens der Totzeit entsprechen muß, löst die Schaltung selbsttätig einen weiteren Impuls aus. Anschließend folgt wieder die Totzeit, danach spricht sie erneut auf Schalleinwirkung an. Die Empfindlichkeit ist deutlich kleiner als die 2-OPV-Schaltung aus Abschnitt 2. Das kommt einer Reihe denkbarer Einsatzfälle entgegen. In Bild 13 wurde bewußt der Energielieferant selbst neutral als Black box dargestellt. Konkret muß er für den »normalen« Bauplanleser im netzgetrennten Niederspannungsbereich bleiben (U_{max} etwa 36 V, Gleich- oder Wechselspannung). Zum Umgang mit Netzkreisen ermächtigte Personen können dort auch mit 220 V arbeiten, mit der strengen Auflage einer sicheren Vollisolation der gesamten Schaltung einschließlich des Mikrofons.

Für den in Abschnitt 3 (Bild 11) dargestellten Fall gilt eine Totzeit von etwa 20 s. Unabhängig von der Speisespannung darf (!) die Quelle, die den Kondensator lädt, keine hohe Stromergiebigkeit haben, d. h., die Spannung muß (!) zusammenbrechen, wenn das Relais

betätigt wird. Nur dann löscht auch der Steuerthyristor nach dem Schalten.

Andernfalls wäre die nächste Betätigung nicht möglich.

4.1. Funktion und Besonderheiten

Bild 14 enthält zunächst einen Übersichtsschaltplan. Die Schaltung wurde um das Impulsrelais herum entwickelt. Sie enthält einige schaltungstechnische Besonderheiten, aber auch eine Restproblematik. Sie kann vom Nutzer beherrscht werden, wenn er sich auf sie einstellt – ganz einfach mit einem Mikrotaster parallel zum Zeitglied. Sie kann aber auch durch Weiterdenken beseitigt werden. Man sollte das positiv sehen. Bauplanobjekte sind wohl nie serienreife Produkte. Im Vordergrund steht die interessante Lösung mit einem möglichst breiten Anwendungsspielraum. Durch praktisches Nachvollziehen wird der Leser zum Weiterdenken angeregt. Aber im Prinzip muß es schon funktionieren. Um das zu erläutern, werden nun die einzelnen Teile vorgestellt. Die Gatterbezifferungen weichen dabei teilweise von Bild 13 ab, da die Leiterplatte einige Umstellungen erforderte.

4.2. Eingangsteil

Aus Bild 15 erkennt man den Schallverstärker. Es handelt sich um einen gleichstromseitig voll gegengekoppelten invertierenden Verstärker. Allerdings weist er keine optimale thermische Kompensation auf, da der Gegenkopplungswiderstand aus Gründen der Wechselspannungsverstärkung wesentlich größer ist als der am nichtinvertierenden Eingang wirksame Widerstand. Seine Wechselspannungsverstärkung ist sehr hoch, vor allem (ausgangsseitig gesehen) in der positiven Richtung. Daher die Diode im Gegenkopplungszweig von 3 nach 5. Nur diese Signalrichtung wird in der Gesamtschaltung gebraucht. Der genaue Wert der Wechselspannungsverstärkung hängt vom Quellwiderstand des Mikrofons ab. Das im Muster benutzte dynamische Mikrofon hat z. B. eine Impedanz von 200 Ω. HiFi ist nicht gefragt, daher kann es ein ausgemustertes Exemplar sein, wenn es nur beim Beschallen genügend Tonfrequenzspannung liefert. Am Ausgang ist Übersteuern gewollt; Rechteckimpulse zeigen das an. An der Schaltung darf man nur bei Niederspannungsspeisung arbeiten. Auch Fachleute, die danach vom Netz speisen, sollten die Funktion zunächst mit Niederspannung erproben; nie bei Netzkontakt arbeiten oder messen!

Das Mikrofon liegt, wechselspannungsmäßig betrachtet, direkt zwischen den beiden Eingängen des OPV. Der Kondensator von (wenigstens) 15 nF hat eine wichtige Funktion. Bei den Experimenten war beispielsweise das Mikrofon über eine etwa 50 cm lange Leitung angeschlossen. Sie wirkte als Antenne. Störungen aus der Umgebung führten dadurch zum Auslösen von Schaltvorgängen. Besonders beim Schalten induktiver Lasten in der Umgebung sprach die Schaltung an. Der am Arbeitsplatz betriebene Niederspannungslötkolben wurde als Indikator für die erfolgreiche Entstörung benutzt: Netzstecker des Löttransformators Ziehen und Stecken brachte ohne den Kondensator bei jedem Betätigen Auslösen. Mit 15 nF dagegen war die Schaltung dafür bereits unempfindlich geworden. Auch kurzzeitiges Berühren metallischer Schaltungsteile etwa mit einer Prüfstrippe kann (leider trotz des Kondensators) zu Fehlschaltungen führen. Das sind aber Effekte, mit denen in Digitalschaltungen stets gerechnet werden muß, und in der endgültigen Auslegung und im Betrieb wird man so etwas auch kaum noch tun.

Doch noch einmal zum Verstärker: Sein Arbeitspunkt wird vom Teiler 150 kΩ auf 33 kΩ bestimmt. Damit stehen als Grundwert etwa 2,2 V am Ausgang – niedrig genug, um den fol-

genden Schwellwertschalter noch nicht ansprechen (bzw. sicher zurückschalten) zu lassen, völlig ausreichend, was den normalen Arbeitsbereich des OPV betrifft. Man kann sogar statt 150 kΩ z. B. 180 kΩ einsetzen. Der komplexe Mechanismus im Bereich kurz nach dem Schalten bis zum neuen Bereitschaftspegel am Impulskondensator könnte sonst bei ungünstigem Zusammentreffen weiterer Toleranzen den Triggerteil auf »Ein« halten. Denn: Die Schaltschwellwerte werden von der Betriebsspannung bestimmt. Daher könnte im Verlauf der zeitkonstantengeführten Betriebsspannungsänderungen der Triggereingang vom OPV noch mehr »Restspannung« erhalten, als für seine untere Schaltschwelle zulässig wäre! Das sei als Hinweis zum Weiterdenken verstanden.

Ein weiterer Hinweis betrifft den OPV-Typ. Mit 250 µA Eigenbedarf und seinem Open-collector-Ausgang, der einen Arbeitswiderstand erfordert, muß dieser Typ nicht unbedingt als der allergünstigste für diesen Einsatzfall gelten. Wer sparen möchte, sollte am besten einen – allerdings teureren – B 176 D oder B 177 D wählen. Er wurde in der vorliegenden Schaltung nicht praktisch erprobt, da es ihn bisher nicht so oft im Amateurbedarfshandel gab. Bild 16 bietet Hilfestellung für seinen Einsatz, was die unterschiedliche Lage der Anschlüsse betrifft.

4.3. Schallschaltkanal

Bild 17 zeigt als Schaltungsauszug den Hauptschaltkanal. Bei Schalleinfall entstehen hinter dem Gleichrichter positive Halbwellen. Ihre Amplitude hängt vom Spannungsteiler aus dem relativ hohen OPV-Arbeitswiderstand und dem Trigger-Eingangswiderstand ab sowie von der Betriebsspannung.

Soll die Schaltung nun nicht gleich auf Händeklatschen oder Niesen reagieren, sondern erst bei länger andauernden Schallsignalen, wird der am Triggereingang vorgesehene Kondensator von 100 nF vergrößert, z. B. auf 1 µF.

Die Betriebsspannung für OPV und Schwellwertschalter stammt aus einem relativ großen, durch Diode vom Impulskondensator entkoppelten Stützkondensator. Infolge des geringen Gesamtstrombedarfs überbrückt er dadurch mit seiner Ladung die Zeit, in der das Impulsrelais den Speicher »Impulskondensator« fast total entlädt. Ein Durchgreifen dieser starken Absenkung würde für die Schaltung völlig undefinierte Bedingungen bringen. So aber sank die Spannung im Muster kaum unter 7 V ab. Der 2. Eingang des Triggers liegt dagegen hinter einem Widerstandsteiler, der auch Schutzfunktion bezüglich flüchtiger Polaritätsänderungen hat, direkt am Speicher. Dadurch bleiben kurz nach dem Schalten eintreffende weitere Schallsignale ohne Wirkung. Wenn jedoch der Speicherkondensator mit seiner Spannung wieder in die Größenordnung der am Stützkondensator verbliebenen gerät, wird der Schalleingang unerwünscht vorzeitig aktiv. Jetzt könnte ein Schallsignal den Steuervorgang auslösen, ohne daß das Relais schon wieder genügend Ansprechspannung erhält. Um das zu verhindern, war eine kleine Zusatzschaltung nötig. Sie wird noch vorgestellt.

Zunächst jedoch wieder zum Hauptkanal. Da das Schallsignal von der Gesamtanlage der OPV-Schaltung her eine positive Schaltspannung liefert, wird hinter dem 1. Trigger-NAND ein weiterer Inverter erforderlich, den ein 2. NAND des Schaltkreises zur Verfügung stellt. Sein Ausgang schaltet schlagartig auf H, wenn das Schallsignal am Eingang genügend hoch ist. Statt nun dieses H als Dauer-Steuerspannung (mit dem Ergebnis eines Dauer-Steuerstroms) dem Thyristor zuzuführen, wird daraus ein kurzer Schaltimpuls abgeleitet. Es empfiehlt sich, aus vorhandenen (ehemals ziemlich günstig erhältlichen) Niederspannungsthyristoren das Exemplar mit dem geringsten Steuerstrombedarf auszusuchen.

4.4. Rückschaltkanal

Bild 18 läßt erkennen, wie die beiden restlichen Trigger des V 4093 D eingesetzt werden. Dazu betrachte man am besten den Augenblick, in dem der Schallkanal ausgangsseitig für die Dauer der Schalleinwirkung auf H kippt. Dieser H-Pegel steuert auch den Hilfstransistor V 2, der den Eingang des Rückschaltkanals auf L legt, wobei der dort angeschlossene Verzögerungskondensator entladen wird. Damit das in der z. B. bei Händeklatschen ziemlich kurzen Aktivzeit sicher gewährleistet ist, wurde mit dem SF 126 D ein Transistor mit hohem zulässigem Kollektorstrom eingesetzt. Nach Abklingen des Schallsignals wird der Kondensator vom nun wieder H-Pegel führenden Ausgang des 1. Schaltkanaltriggers langsam aufgeladen. Die Aufladezeit muß länger als die Ladezeit des Impulskondensators sein, wie bereits erläutert. Bei Erreichen der oberen Triggerschwelle kippt der 1. Rückschalttrigger ausgangsseitig auf L, so daß der 2. Trigger am Ausgang auf H schaltet. Dieses H wird – mit Dioden gegen den Schallausgang entkoppelt – zum Weiterschalten des Impulsrelais benutzt.

4.5 Freigabetor für den OPV

Der OPV wird auf 2fache Art daran gehindert, vorzeitig aktiv zu werden (Bild 19). Solange der Rückschaltkanal nach der Schallauslösung seine Ladephase durchläuft (Zeit bis zum Rückschalten), führt sein 1. Trigger ausgangsseitig H-Pegel. Mit diesem Pegel wird Transistor V 1 durchgesteuert, der damit den OPV-Eingang auf massenahem Potential hält. Der OPV ist dadurch inaktiv. Nach dem Rückschalten wird dieser Transistor jedoch gesperrt und ist damit wirkungslos. Nun beginnt aber die jeweils 2. Totzeit bezüglich des Aufladens des Speicher-C, in der ebenfalls jede Reaktion auf ein Schallsignal unerwünscht ist. Daher liegt der Kollektor-Emitter-Strecke von V 1 noch die von V 3 parallel. V 3 wiederum wird von V 4 gesteuert. Dadurch blockiert V 3 den OPV so lange, wie V 4 noch gesperrt ist. V 4 schaltet erst durch, wenn die Spannung am Speicherkondensator die zum Schalten des Relais erforderliche Höhe erreicht hat. Dann nämlich entsteht am Fußpunktwiderstand (270 Ω) des Stabilisierungs- und Anzeigezweigs parallel zu diesem Kondensator eine Spannung, die zum Durchsteuern von V 4 ausreicht. Ab jetzt kann ein Schallsignal wieder einen Schaltvorgang auslösen.

4.6. Die Restproblematik

In der Schaltung nach Bild 13 gibt es noch einen Schönheitsfehler, der das Eintakten bzw. die Reaktion nach einer massiven Störung betrifft. Das Impulsrelais schaltet bei jedem Spannungsimpuls einfach immer nur einen Schritt weiter. Der Aktivzustand einer zu schaltenden Funktion kann sich daher der falschen Phase zuordnen, wenn zwischenzeitlich ein Störimpuls einen Schaltvorgang auslöst. Gleiches ergibt sich, wenn beim Anschalten an das Netz beim Hochfahren unerwünscht zuerst der Rückschaltkanal anspricht. Ein Mikrotasterkontakt parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke von V 2 erlaubt es, das zu korrigieren: Man löst mit ihm einen 2. Rückschaltvorgang aus. Eine automatische Sperre gegen dieses »dominante Rückschalten« könnte darin bestehen, daß aus dem geschalteten Kreis, z. B. über Optokoppler, beim Einschalten ein Entladebefehl für den Zeitkondensator am Rückschalteingang abgeleitet wird. Man bedenke aber, daß infolge der Impulssteuerung des Thyristors nach Überfahren der oberen Schaltschwelle im Rückschaltzweig später nur dann mit diesem Kanal geschaltet werden kann, wenn vorher der Zeitkondensator entladen wurde! Die Schaltung bleibt also aktiv, wenn unerwünscht auf dieser Seite die Schaltschwelle nach Aktivieren der

Last durch den Schallkanal überschritten wird, bevor der Speicherkondensator wieder geladen ist. Man könnte das Problem so lösen: Einer der Eingänge des 1. Rückschalttriggers wird mit einem Teiler versehen, der dem Teiler am Eingang des 1. Schallschalttriggers entspricht. Parallel zum unteren Widerstand legt man die Kollektor-Emitter-Strecke eines Transistors V5, der mit vom Kollektor von V4 gesteuert wird. Nun dürfte auch dieser Kanal nur schalten, wenn der Speicherkondensator geladen ist! Oder man leitet eine Schaltinformation aus dem Lastkreis ab, als deren Folge ein Zeitschalter dann den Abschaltimpuls liefert. Bei all diesen möglichen Experimenten sollte man jedoch immer daran denken, daß die Schaltung schon auf Prüfschnüre reagieren kann und daß alles von der richtigen Abstimmung der Zeitkonstanten zueinander abhängt.

4.7. Problemarm: Schallwechselschalter

Man glaubt es kaum – aber die in Bild 20 dargestellte und wesentlich einfachere Gesamtschaltung für einen Schallwechselschalter ist viel weniger problematisch. Für Ein- wie für Ausschalten muß man allerdings lautstark sorgen. Das ergibt eine gute Störfestigkeit gegen unerwünschtes Auslösen. Und daß bei länger andauerndem Schallsignal nicht hektisch hin- und hergeschaltet wird, das bewirkt eben wieder der »Energiesammler«, also der mit kleinem Ladestrom gespeiste Speicherkondensator.

Ebenfalls für diese Schaltung nützlich, wenn auch nicht unbedingt nötig, erweist sich die automatische Signalsperre mit V3 und V4 nach Bild 13. Sie verhindert, daß es ungeduldige Rufer nie zum Ein- oder auch Ausschalten bringen, weil sich der Kondensator immer wieder zu früh entlädt.

Für eines der beiden in dieser Schaltung ungenutzt bleibenden Triggerelemente bietet Bild 21a eine Anwendung an: Im Tausch gegen den 2. Transistor kann dieses Element, allerdings in Verbindung mit einer Diode, den OPV sperren. Gemäß Bild 21b schließlich könnte man versuchen, auch noch den letzten Transistor einzusparen. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme hängt jedoch vom richtigen »Timing« ab. Es gibt nämlich einen Bereich, in dem am Stützkondensator für die Versorgung der Schaltkreise noch so wenig Spannung liegt, daß der von der Spannung des Speicherkondensators geführte Teiler bereits wieder 70% dieser Spannung erreicht hat, ohne daß das schon volle Ladung bedeuten würde. Insgesamt sollte man sich also auf die Lösung nach Bild 21a beschränken.

4.8. Leiterplatten und Bauempfehlungen

Mit einem bezüglich der Spannungsquelle »neutralen« Leiterbild zum Wechselschalter (das Relais bleibt ebenfalls außen) soll der Bau dieser relativ unkomplizierten und doch nützlichen Anwendung nach Bild 20 unterstützt werden (Bild 22). Alternativ bietet Bild 23 eine Leiterplatte für den anspruchsvolleren, aber eben auch problematischeren Automatikschalter nach Bild 13.

Der Speicherkondensator kann, wenn man entsprechend viel Leerfläche zugibt, mit auf der Leiterplatte montiert werden. Da seine Bauform und seine Größe aber stark vom örtlichen Angebot abhängen, wurde dafür keine feste Fläche vorgegeben.

Bei netzgetrennter Spannungsversorgung, also für die Mehrzahl der Anwender zutreffend, ließe sich die Schaltseite des Relais von einem Sachkundigen so einbauen, daß die für das Schalten von Netzkreisen geltenden Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden. Da jedoch, wie schon mehrfach betont, auch für die Schaltseite im Niederspannungsbereich viele

Einsatzmöglichkeiten gegeben sind, bleibt für den »normalen« Bauplanleser noch ausreichender Spielraum.

5. Mit-Läufer

Eine ganz andere Aufgabe für Schallschalter stellt die magnetische Tonaufzeichnung, wenn es darum geht, ein Schallereignis automatisch aufzuzeichnen. Umgekehrt kann es auch sinnvoll sein, eine Aufzeichnung automatisch wiederzugeben. Viele (besonders Kassetten-) Magnettonbandgeräte haben dafür einen Pausenschalter, der über einen Kontakt vom Mikrofon oder von anderer Seite aus betätigt wird. Eine andere Art dieses Schalters findet man an vielen Geräten innerhalb der Bedientastenreihe. Beide Arten unterscheiden sich mindestens in einer allerdings wichtigen mechanischen Einzelheit. Die Taste am Gerät entlastet im allgemeinen den Antriebsmechanismus für das Band, während der Motor selbst läuft. Das minimiert zwar Anlaufprobleme, bis die richtige Bandgeschwindigkeit erreicht ist. Für den Motor bedeutet es aber auch höheren Verschleiß. Für batteriebetriebene Recorder schließlich eignet sich diese Lösung höchstens bei jeweils nur kurzzeitigem Einsatz. Immerhin fließt dabei ständig ein Strom in der Größenordnung von 100 mA.

Die Variante mit Fernschalter kann (!) auf zusätzliche, relaisgestützte Kreise zugreifen, durch die ebenfalls erst bei Aktivierung des Aufnahme-Wiedergabe-Teils die Antriebsteile für das Band belastet werden. In weniger komplexen kleineren Recordern handelt es sich dagegen einfach um einen Schalter für den Motorkreis. Damit liegt das Bandtransportsystem immer »voll« an. Das möchte man aber eigentlich vermeiden, da es z. B. die Andruckrolle auf Dauer deformieren kann. Für die vorliegende Aufgabe ist diese Art dennoch die günstigere.

5.1. Warten ohne Ruhestrom

Heute steht im Amateurbereich vielfach wenigstens ein für Tonzwecke schon ausrangierter Recorder. Aus diesem Fundus eignet sich für das Vorhaben fast jeder Typ, auch wenn er noch keinen Schalter enthält. Dafür eine Checkliste:

1) Der Recorder muß einen Mikrofonanschluß oder ein eingebautes Mikrofon aufweisen.
2) Die Aufnahme- oder Wiedergabetastenkombination (je nach Einsatzfall) muß auch bei spannungslosem Gerät einrasten.
3) Es muß sich eine geeignete, gefahrlose Eingriffsstelle zum Schalten der Stromversorgung finden lassen.

Punkt 1 heißt, daß dieser Eingang so empfindlich sein muß, daß Mikrofonspannungen im Millivoltbereich auf den für Aufnahmen nötigen Pegel angehoben werden. Der Punkt entfällt, wenn der Einsatzfall nur in automatisch geschalteter Wiedergabe bestehen soll.

Punkt 2 ist ein Hinweis darauf, daß es zunehmend Geräte gibt (vorwiegend aber in gehobenen Preisklassen), bei denen die mechanischen Funktionen durch Betätigen nur elektrisch wirksamer Tasten gesteuert werden.

Punkt 3 schließlich deutet an, daß bei meist tragbaren Kompromissen – vor allem bezüglich des unvermeidlich verzögerten Aufnahmebeginns – auch das Gesamtgerät geschaltet werden kann. Das erklärt wiederum den Hinweis in Punkt 2. Wird das akzeptiert, ergibt sich ein großer Spielraum.

Bild 24 sagt aus, worum es geht: Ein mechanisch auf Aufnahme oder Wiedergabe (je nach Einsatzfall) geschalteter Kassettenrecorder wartet auf ein Startsignal. Bei diesem Signal schaltet sich der Recorder ein, allerdings leicht verzögert. Er läuft dann so lange, wie auch

weiterhin Startsignale in entsprechender zeitlicher Dichte und Amplitude eintreffen. Die erforderliche zeitliche Dichte wird von der Zeitkonstanten bestimmt, ohne die das Gerät auch bei kurzen Pausen sofort wieder ausschalten würde. Im folgenden wird eine Anwendung skizziert, bei der der Elektronikaufwand im Extremfall sogar nur aus einem von Hand betätigten Schalter bestehen könnte. Damit ist sie also nicht zwingend an den Einsatz eines Schallschalters gebunden.

5.2. Informator an der Wohnungstür

Eine dem Anwendungsbereich eines Telefon-Anrufbeantworters ähnliche Lösung besteht z.B. darin: An der Eingangstür wird, gegen mutwillige Zerstörung gesichert, ein Mikrofon montiert. Eingeweihte können, wenn auf Klingeln niemand öffnet, »zettellos« Mitteilungen hinterlassen. Ein nichtrastender Taster könnte das Problem bereits ganz trivial lösen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Gerät beim Klingeln automatisch und für begrenzte Zeit anlaufen zu lassen. Um Informationsverluste zu vermeiden, wäre schließlich eine Bandendeanzeige angebracht. Dadurch wird die Einrichtung aber wesentlich komplexer und kann nicht von jedem bzw. an jedem Modell realisiert werden. Man sollte also davon ausgehen, daß sich wohl über einen Tag hinweg kaum Aufsprechzeiten von mehr als 30 min ergeben werden. Mehr als allerdings recht reizvolle Anregung zum Weiterdenken: Nach Anrufbeantworterart gleich eine begrenzte Zeitspanne vorgeben und durch ein optisches oder akustisches Signal aus dem dafür nötigen Zeitschalter ableiten; über einen Zähler die Anzahl der Aktivierungen überwachen und nach einer bestimmten Anzahl »Voll«-Meldung ausgeben, z.B. mit einer roten Leuchtdiode. Bild 25 skizziert einige Einzelheiten einer solchen Anlage.

Bisher waren die beiden Einheiten (Schallschalter und Recorder) einzeln betrachtet worden. Jedem war ein Mikrofon zugeordnet. Für den Schallschalter kann es, falls billiger, auch ein dafür genügend empfindlicher Kleinlautsprecher sein. Könnte man nicht beide Schallaufnehmer zu einem vereinigen? Antwort: Im Prinzip ja. Nur hängt das vordergründig bereits von den gerätetechnischen Einzelheiten ab, vor allem bezüglich des Bezugspunktes für die Einspeisungen. Doch die größeren Probleme ergeben sich aus dem kleinen Nutzsignalpegel. Untersuchungen für diesen Bauplan haben gezeigt, daß beim Verknüpfen der Eingänge von Schallschalter und Recorder in den Mikrofoneingang des Recorders erhebliche Störungen eingespeist werden. Dafür ist offensichtlich vor allem der Laufwerksmotor verantwortlich. Es hängt vom benutzten Recordertyp ab, welche Gegenmaßnahmen zum Erfolg führen. Konkret wurde das an einem *GC6020* mit gutem Ergebnis untersucht (s. Abschnitt 5.5.). Im Prinzip gibt es mindestens 2 Möglichkeiten (Bild 26). Gemäß Bild 26a liegt das Mikrofon am Schallschaltereingang und am Recordereingang.

Im Fall der Schaltung nach Bild 26b wird dagegen nicht einmal mehr ein spezieller Mikrofonanschluß am Recorder gebraucht. Der Eingangsverstärker sollte dann allerdings auf geringere Verzerrungen hin dimensioniert werden. Das heißt, die Verstärkung wird nur so hoch gelegt, daß etwa 100 mV Signalspannung für den Überspielanschluß des Recorders entstehen. Das hat aber Konsequenzen für die weitere Gestaltung des Schallschalters. Beim *GC6020* wurde nach Bild 26a verfahren.

Da gerade von Pegeln die Rede ist: Um das »Einpegeln« unter örtlichen Bedingungen wird man nicht herumkommen. Wo viel Umgebungslärm auftritt, darf die Schalterempfindlichkeit nicht sehr groß sein. Man muß dann aber auch ziemlich laut sprechen. Nun gibt es aber häufig Raumresonanzen, wodurch sich Schallschwingungen aufschaukeln, während es bei anderen Frequenzen relativ »ruhig« bleibt. Da solche Resonanzen meist im unteren Tonfrequenzbereich auftreten, kann bisweilen ein bestimmter Frequenzgang des Verstärkers nützlich sein. Experten können das heute relativ leicht lösen, da es oft genügt, die OPV im Verstärker frequenzselektiv gegenzukoppeln.

Doch zurück zur 2-Mikrofon-Lösung unter nicht gerade extremen Bedingungen. Sie wird im folgenden mit erprobten Einzelbeispielen belegt. Daraus kann man für den gerade vorhandenen Typ ebenfalls Anregungen ableiten.

5.3. Veteran im Neueinsatz: *KT100* mit Netzteil *N200*

Der *KT100* aus dem VEB Stern-Radio Sonneberg gehörte zu den ersten in der DDR angebotenen Kassettenrecordern (Bild 27a). Seine etwas eigenwillige Mechanik hat sich über fast 2 Jahrzehnte hinweg am nun neu genutzten Exemplar als recht zuverlässig erwiesen.

Das Gerät hat eine Batteriekammer für 5 × R20; Netzbetrieb erfordert ein Netzteil. Bild 27b zeigt das *N200*, das ebenfalls aus jener Zeit stammt. Es läßt sich zwischen 7,5 V (also für *KT100* u.a.) und 9 V umschalten. Die Wahl zwischen den beiden möglichen Betriebsarten dürfte bei ortsfestem Einsatz auf Netzbetrieb fallen. Die Trennung zwischen beiden Geräten erleichtert es, auch den Schallschalter aus dem *N200* zu speisen. Dafür und zum Einschleifen des Schallschalters in die Versorgungsleitung zum Recorder muß entweder in das Netzgerät eingegriffen werden, oder der Schallschalter wird in die Leitung zum Recorder eingeschleift. Bild 28 zeigt beide Möglichkeiten. Die 2. Möglichkeit bedingt die Beschaffung weiterer Steckverbinder. Dafür bleiben die einzelnen Komponenten flexibler im Einzeleinsatz.

Für das Schalten des *KT100* eignet sich der Schallschalter nach Bild 1. Hat man ihn gemäß Anleitung bereits erprobt und abgeglichen, kann er mit wenig Aufwand der Aufgabe angepaßt werden. Bild 29 zeigt eine Lösung. Sie berücksichtigt den Wunsch nach geringem Umbauaufwand und geht davon aus, daß bei Netzbetrieb nicht mehr kleinstmögliche Stromaufnahme angestrebt werden muß. Beiden Voraussetzungen entspricht die lediglich nötige Schaltungsänderung bezüglich der negativen Betriebsspannung. Wurde sie in der Schaltung nach Bild 1 noch mit einer 1,5-V-Zelle bereitgestellt, ergibt sie sich jetzt als Flußspannung einer roten Leuchtdiode des älteren Typs VQA 13 in Verbindung mit einem Vorwiderstand. Auf diese Weise konnte die Gesamtlösung gemäß Bild 29 ohne Neuabgleich verwendet werden.

Der zusätzliche Widerstand zwischen Mikrofon und invertierendem Eingang senkt die Verstärkung auf einen kleineren Wert – je nach Bedarf. Der Kondensator über dem Schaltglied erwies sich bei dieser speziellen Anwendung als nötig, um sicheres Abschalten nach Ablauf der vom Zeitglied an N2 bestimmten Zeit zu gewährleisten.

Der Recorder wird in Stellung Aufnahme einmalig eingepegelt (Sprechversuche unter Einsatzbedingungen) und später nur noch abgefragt. Dafür empfiehlt sich der über dem Schaltglied angebrachte Taster.
Hinweis: Man vermeide es, das Mikrofon in der Nähe eines Transformators anzubringen, denn dann werden u. U. starke 50-Hz-Störungen eingekoppelt!

5.4. *Geracord* für alle Fälle

Recorder aus dem VEB Elektronik Gera sind inzwischen weitverbreitet, ob als *Mira*, *Geracord* oder in Form der neueren LCR-Recorder. Am Beispiel eines Monorecorders vom häufig auch für Computerzwecke genutzten Typ *GC6020* wurde die Schallschalterlösung aus Abschnitt 5.3. erprobt und modifiziert.

Der »GC« gestattet 3 Varianten für die externe Aufnahme- bzw. Wiedergabesteuerung:

Schalten über Netzbox mit einem Schallschalter nach Bild 13, Batteriebetrieb mit herausgeführten Anschlüssen und Einspeisen der über den Schallschalter geführten Betriebsspannung aus einem Netzteil in die 12-V-Buchse. Dafür genügen aber schon 9 V, wenn es sich um eine Gleichspannung wie die aus dem N 200 handelt. Daher wurde das N 200 auch für diese Untersuchungen benutzt. Die Unterschiede gegenüber Bild 29 erkennt man aus Bild 30. Es handelt sich also ebenfalls um eine erprobte Schaltung.

Der Stecker für die 12-V-Buchse ist gemäß Bild 31 a anzuschließen. Bild 31 b informiert darüber, an welchen Punkten der Diodenbuchse das Mikrofon liegt. Diese Information erleichtert den Anschluß für die Leitung bei Versuchen zu einer externen 1-Mikrofon-Variante, falls dazu weiterhin eingangsseitig direkt mit Mikrofonpegel gearbeitet werden soll.

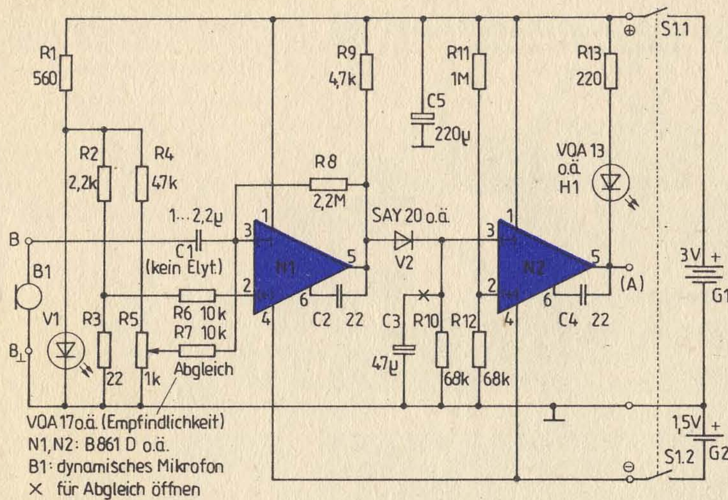
5.5. Alles in einem

Im Grund ist es Verschwendung, für ein mit einem Netzteil ausgerüstetes Gerät ständig ein externes Netzteil zu binden. Wer also den Eingriff nicht scheut und auch alles wieder richtig zusammensetzen kann, sollte gemäß Bild 32 die interne Niederspannungsversorgung anzapfen. Dabei ergibt sich wieder ein Steckverbindungsproblem, denn nur für das Versuchsstadium sind angelötete Leitungen angebracht. Wer das Gerät dann nur noch netzbetrieben einzusetzen gedenkt, kann den Schallschalter ins Batteriefach einbauen. Das würde bei der 2-Mikrofon-Lösung den Einbau einer weiteren Mikrofonbuchse bedingen. Insgesamt wird damit im Grund eine 1-Mikrofon-Lösung mit in den Recorder eingebautem Schallschalter zur günstigsten Alternative. Die Schaltung nach Bild 30 enthält daher bereits alle Änderungen, die sich für eine saubere Aufnahme mit dem *GC6020* als notwendig erwiesen. Die passende Leiterplatte dazu findet der Leser in Bild 33. In Bild 33 c wird der »Prototyp« auf Lötinsel-Lochrasterplatte gezeigt, mit dem diese Schaltung optimiert wurde. Bild 34 informiert über den problemlosen Einbau in einen *Geracord.* Bild 35 zeigt die mögliche Variation für dann aber reinen Netzbetrieb: Das Batteriefach bietet genügend Platz für dieses Leiterplattenformat.

Beim Autor hat sich der *GC6020* mit eingebautem Schallschalter inzwischen als »Notizbuch« bei laufenden Arbeiten bewährt. Es gibt immer wieder solche Situationen, in denen man beim Erproben einer Schaltung buchstäblich alle Hände voll zu tun hat. Gleichzeitig wäre es aber schön, Zwischenerkenntnisse und Meßergebnisse zu notieren, ohne die Arbeit unterbrechen zu müssen. Jetzt genügt ein kurzes Räuspern, der Recorder läuft hörbar an, und die Notiz kann aufgesprochen werden. Das Gerät läuft, solange man spricht. Die zulässige Länge kurzer Redepausen, die sich beim Sprechen ergeben, läßt sich bei Bedarf am Zeitglied des Schallschalters verändern. Einzige »Tücke« dabei: Auch andere Geräusche können zum Anlaufen führen. Dieser Einsatzfall beschränkt sich also auf ruhige Arbeiten.

5.6. Vorsicht vor »weißen Elkos«!

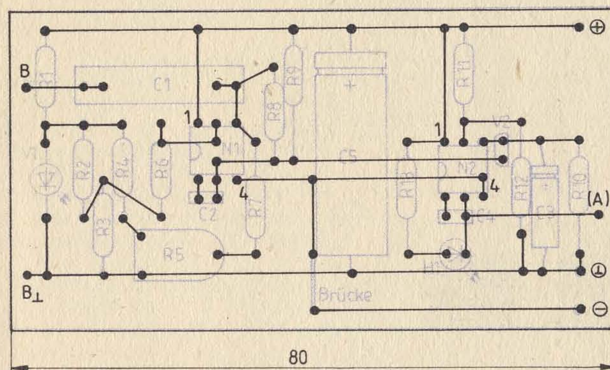
Es gehört zwar nur mittelbar in diesen Rahmen, doch stammt mancher Recorder, der für unser Thema neu belebt werden soll, aus der Zeit der »weißen Elkos«. Das waren stehende Typen bis 200 μF in weißem Kunststoffgehäuse. Sie sind die wohl häufigste Ursache dafür, wenn ein solcher Veteran nicht mehr arbeiten will. Typisch ist dabei Durchgang. Man sollte diese Kandidaten daher generell gegen modernere Typen austauschen.



1

Bild 1
Schallschalter mit OPV, zum »Kennenlernen« mit LED-Ausgang

Bild 2
Verdrahtungsentwurf zu Bild 1 für Experimentier-Lochrasterplatte



2

Bild 8
Je nach Herstellungsjahr des Transformators funktioniert diese Schaltung mit einem 6-V-Klingeltransformator (0,5 A) ab etwa 200 V (älterer Typ) bzw. schon ab 175 V Netzspannung

Stückliste zu Bild 1/3
Schallschalter mit Batteriespeisung

Widerstände

R1	560 Ω
R2	2,2 kΩ
R3	22 Ω
R4	47 kΩ
R5	1-kΩ-Schichtdrehwiderstand Größe 05, liegend
R6, R7	10 kΩ
R8	2,2 MΩ
R9	4,7 kΩ
R10, R12	68 kΩ
R11	1 MΩ
R13	220 Ω

Kondensatoren

C1	1 ... 2,2-µF-Kondensator, MKT o. ä.
C2, C4	22-pF-Keramik-Scheibenkondensator
C3	47-µF-Elektrolytkondensator, liegend
C5	220-µF-Elektrolytkondensator, liegend

Halbleiterbauelemente

N1, N2	Open-collector-Operationsverstärker B 861 D (B 761 D)
V1	Leuchtdiode VQA 17 o. ä.
V2	Silizium-Planardiode SAY 20 o. ä.
H1	Leuchtdiode VQA 13 o. ä.

Sonstiges

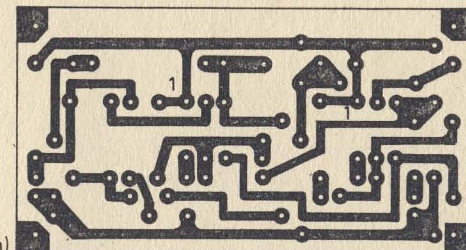
B1	Dynamisches Mikrofon oder Kleinlautsprecher (*)
G1, G2	4,5-V-Batterie mit Anzapfung bei 1,5 V (*)
S1	2poliger Umschalter (*)

Leiterplatte nach Bild 3
2 Drahtbrücken
6 Lötnägel oder Steckötösen

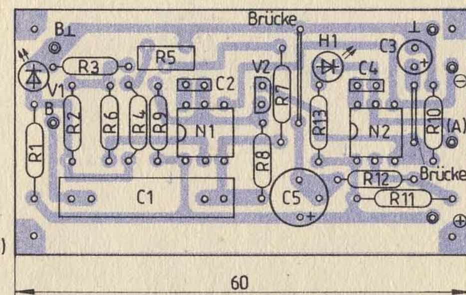
* außerhalb der Leiterplatte

Bild 3
Leiterplatte zum Schallschalter nach Bild 1; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

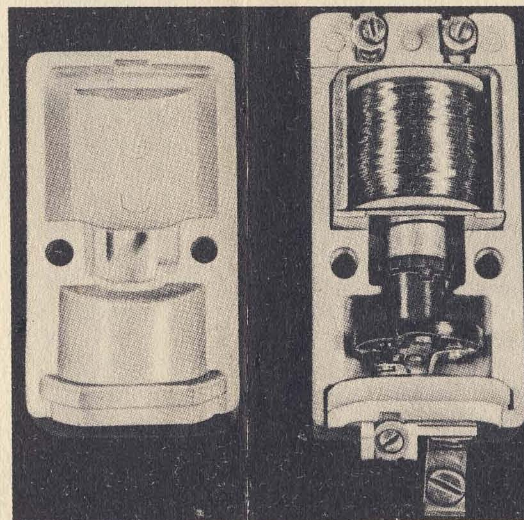
Bild 5
Kontaktgestaltung des Relais nach Bild 4



3a



3b



4a

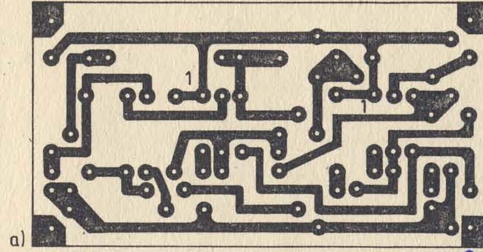


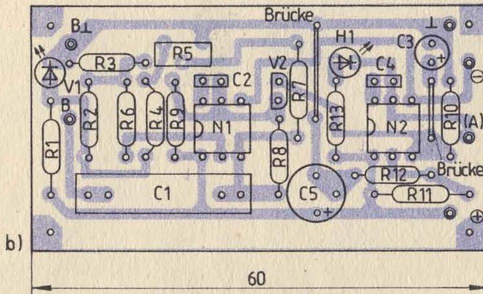
4b

Bild 4
Impulsrelais für Beleuchtungszwecke; a – Innenansicht, b – Außenansicht

Bild 3
Leiterplatte zum Schallschalter nach Bild 1; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

Bild 5
Kontaktgestaltung des Relais nach Bild 4



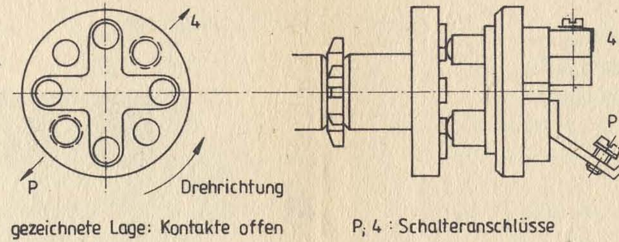


(∗)

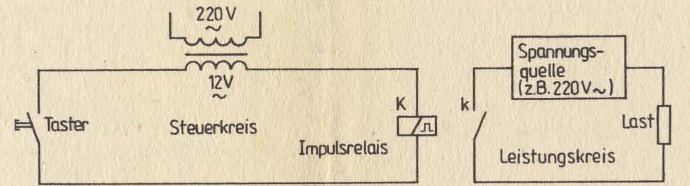


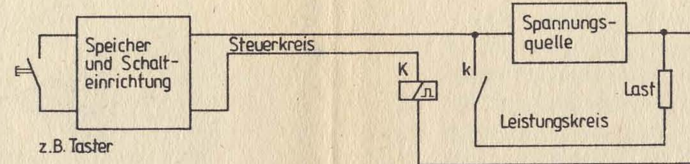


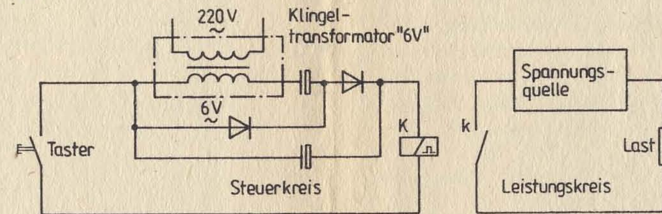
4a 4b

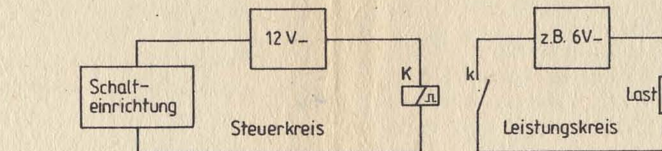


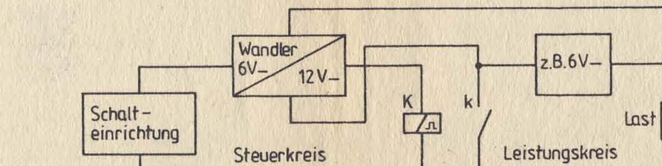
5



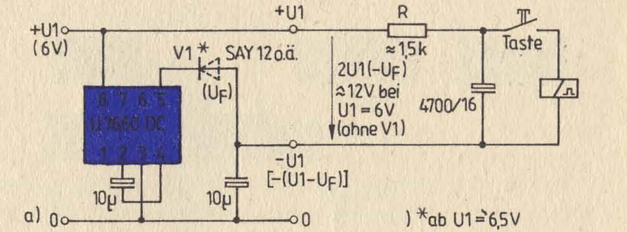


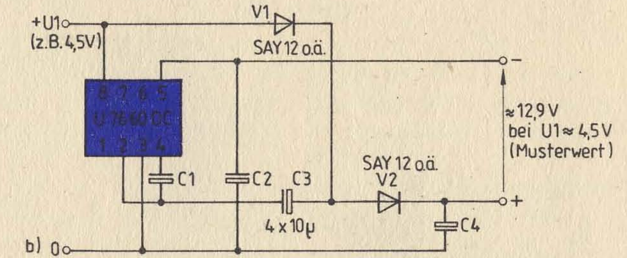


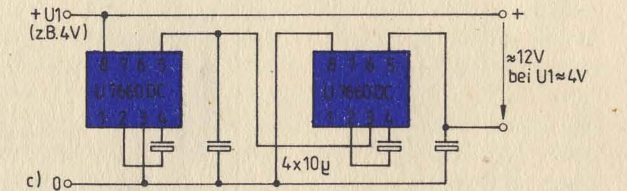


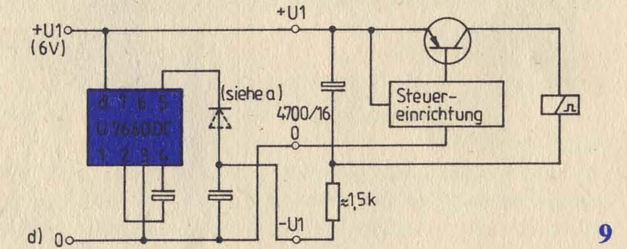


6





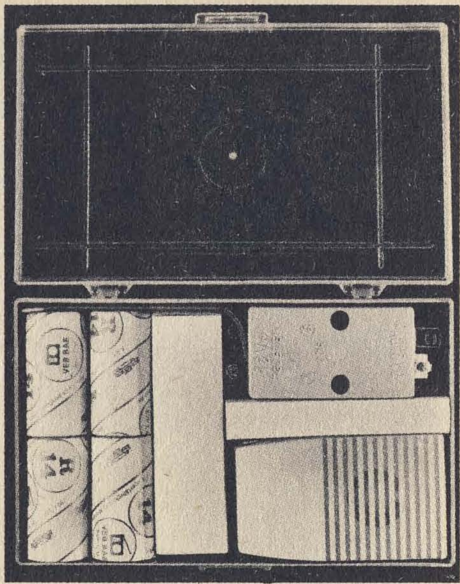




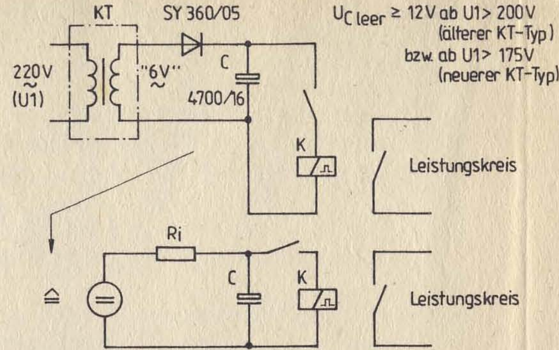
9

Bild 6
Möglichkeiten für das Ansteuern von Impulsrelais; a – herkömmliche Lösung mit 12-V-Transformator, b – Schaltenergie aus dem Leistungskreis, c – älterer Klingeltransformator »6 V« braucht Hilfsschaltung und Ladezeit (Prinzip), d – 12-V-Quelle für kleine Leistungskreisspannungen, e – in der Black box wird eine höhere Treiberspannung gewonnen

Bild 9
Relaisbetrieb aus kleinerer Batteriespannung; a – U mindestens $0{,}5\,U_{Rel}$ ($+U_F$), b – U unterhalb davon, aber mindestens 4,5 V, c – höherer Aufwand für kleinere Eingangsspannung, d – Betrieb der Steuereinrichtung aus der höher belastbaren Hauptspannung

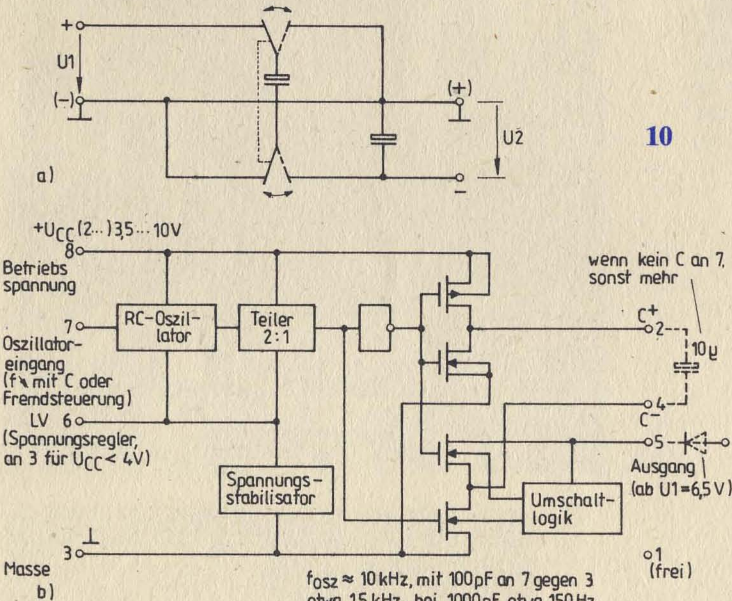


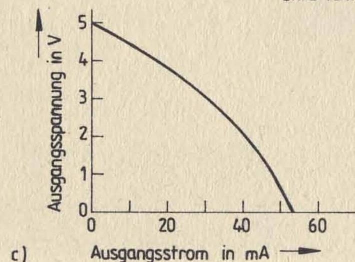
7



8

Bild 7
Vorerst nur als Denkanstoß: Diese Anordnung braucht eine spezielle Zusatzschaltung, um das Relais aus 6 bis 9 V zu betreiben (Hilfsbatterie), kann aber in diesem bekannten Behältertyp untergebracht werden

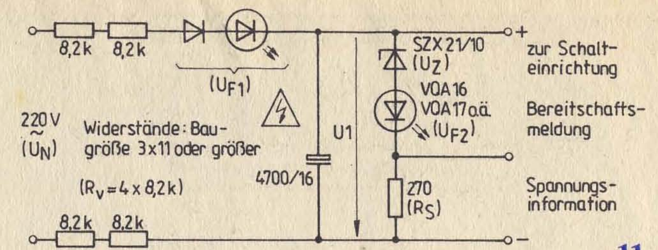




10

Bild 10
Wichtigste Informationen zum U 7660 DC gemäß Herstellerangaben; a – Funktionsbild (nur Spannungsumkehr), b – Übersichtsschaltplan, c – Ausgangsspannung als Funktion des Laststroms bei einfacher Spannungsumkehr

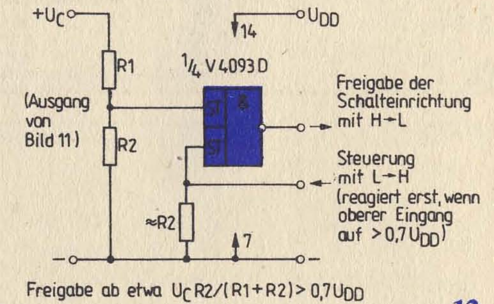
Bild 11
Nur für Fachleute in Sachen Netzsicherheit: transformatorlose, leistungsarme Gewinnung der Treiberenergie für das Impulsrelais (Achtung! Schaltung und Ausgänge bei angelegter Netzspannung nicht berühren!)



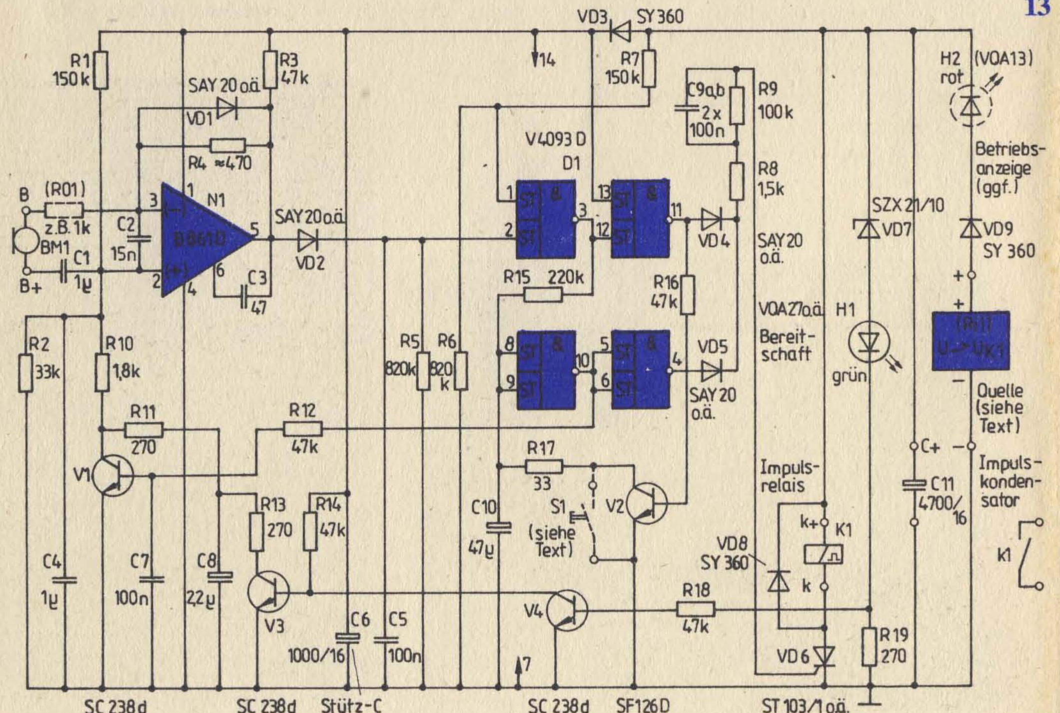
11

Bild 12
Schwellwertschalter verhindert »Frühzündung« ohne Ansprechen

Bild 13
Empfindlicher Schallschalter – beinahe zu empfindlich für viele Zwecke. R13 läßt sich sparen, wenn V1 und V3 kollektorseitig verbunden werden (R4 lies 470 kΩ)



12



13

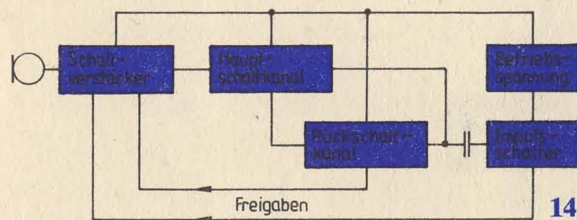


Bild 14
Übersichtsschaltplan zur näheren Erläuterung von Bild 13

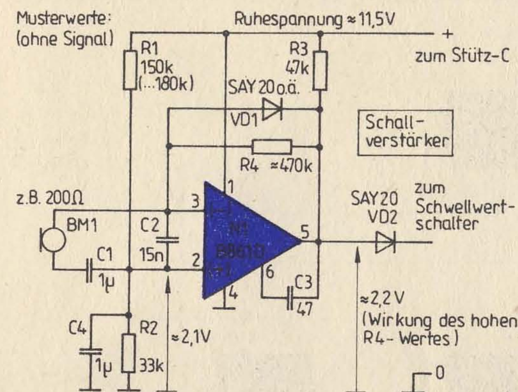


Bild 15
Schaltungsauszug »Schallverstärker«

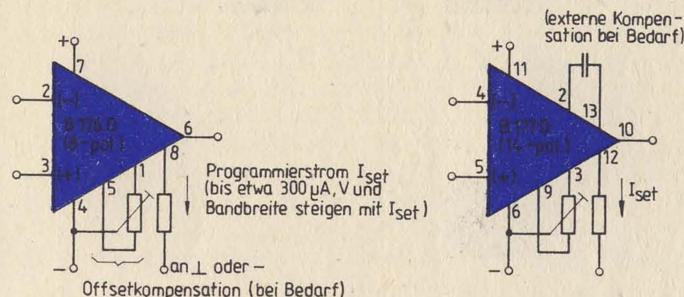


Bild 16
Unterschiedliche Anschlußlage beachten, wenn z. B. mit dem Mikroleistungs-OPV B 176 D gearbeitet werden soll! (Weitere Informationen s. Broschüre »Neue Halbleiterbauelemente«, Militärverlag der DDR, Berlin 1986; Anwendungen s. »Elektronik für Wohnen und Spiel«, ebenda 1987, ab Seite 186.)

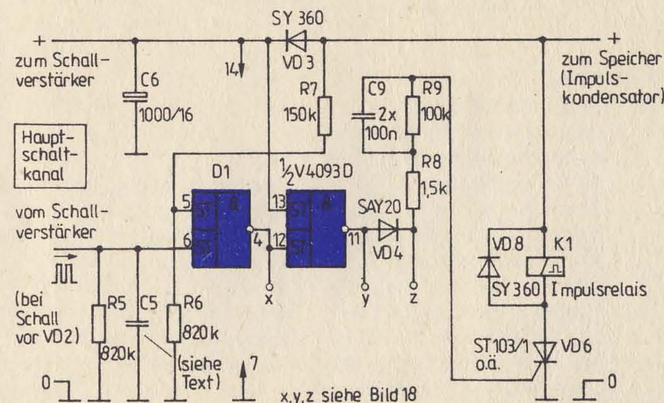
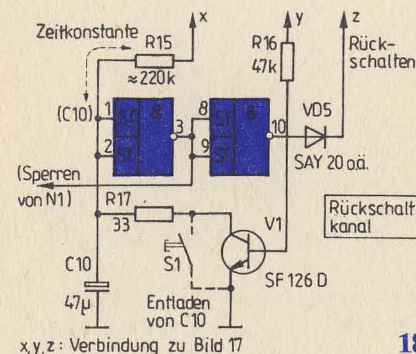


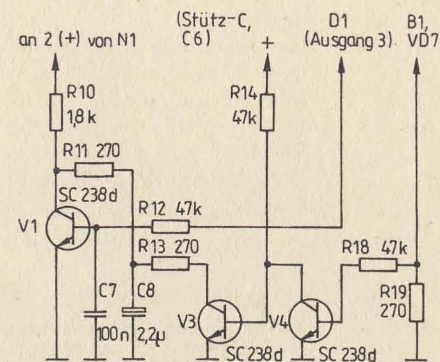
Bild 17
Schaltungsauszug »Hauptschaltkanal« (Anschlußbezifferung teilweise nicht mit Bild 13 identisch – Versuchsstadium!)

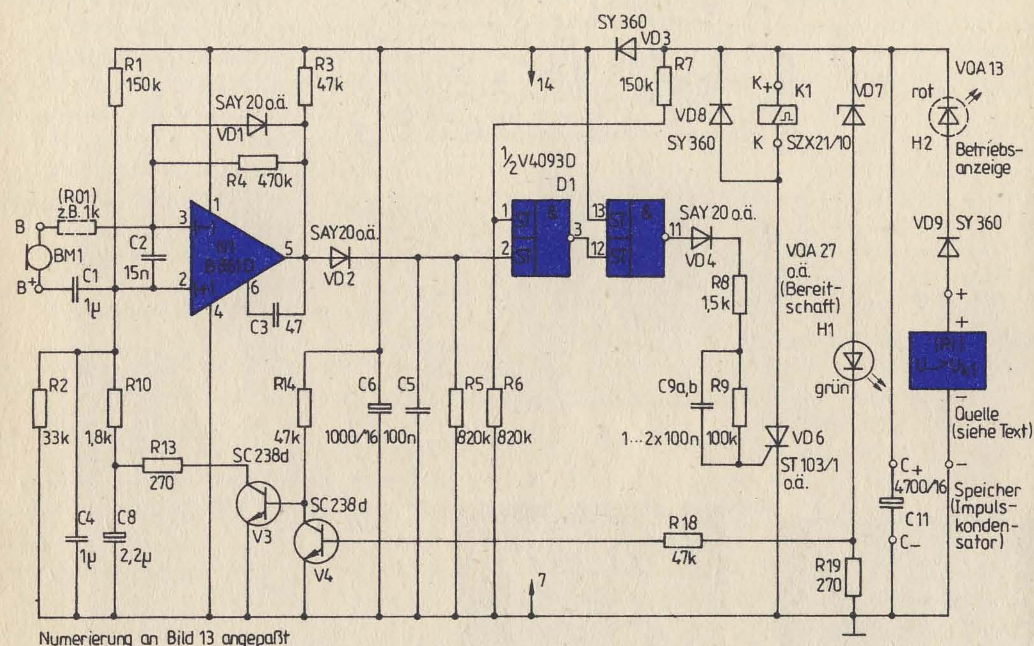
Bild 18
Schaltungsauszug »Rückschaltkanal«; Bemerkung bei Bild 17 beachten. V1 entspricht V2 in Bild 13

Bild 19
Schaltungsauszug »Freigabetor«

Bild 20
Schallwechselschalter (fast) ohne Probleme







20

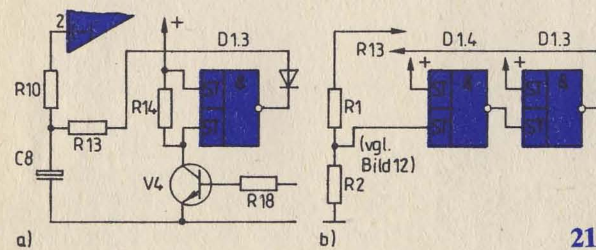
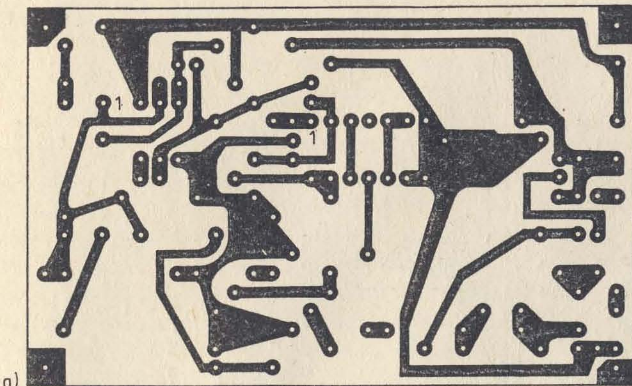
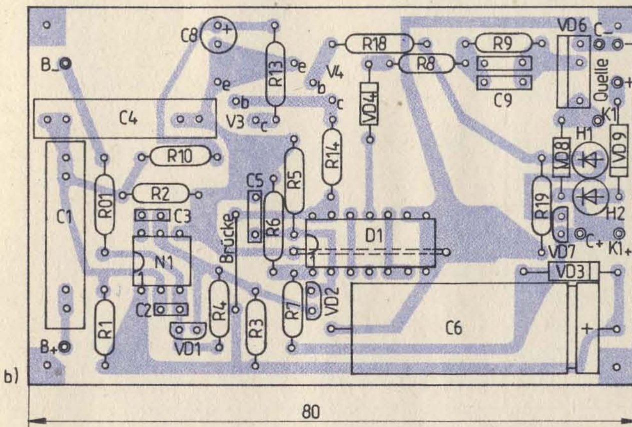


Bild 21
Nutzungsmöglichkeiten für die freien Triggerelemente (sonst Eingänge an H oder L legen!); a – Sperren des OPV statt Einsatz eines Transistors, b – denkbares Einsparen auch des letzten Transistors

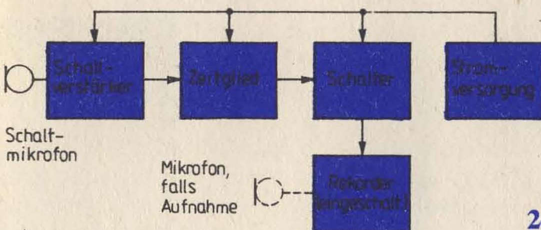
Bild 22
Leiterplatte für den Schallwechselschalter nach Bild 20; a – Leiterbild, b – Bestükkungsplan



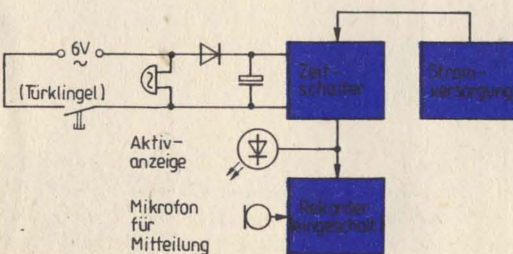
22a



22b



24



25

Stückliste zu Bild 13/23/20/22
Schallschalter mit automatischer Rückschaltung (Bild 13/23) und Schallwechselschalter (Bild 20/22)

Widerstände

R01		1 kΩ
R1, R7		150 kΩ
R2		33 kΩ
R3, R14, R18		47 kΩ
R4		470 kΩ
R5, R6		820 kΩ
R8		1,5 kΩ
R9		100 kΩ
R10		1,8 kΩ
R11	(**)	270 Ω
R12, R16	(**)	47 kΩ
R13, R19		270 Ω
R15	(**)	220 kΩ
R17	(**)	33 Ω

Kondensatoren

C1, C4		1-μF-Kondensator, MKT o. ä.
C2		15-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C3		47-pF-Keramik-Scheibenkondensator
C5, C9a, C9b		100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C6		1000-μF/16-V-Elektrolytkondensator
C7	(**)	100-nF-Keramik-Scheibenkondensator
C8		2,2-μF/40-V-Elektrolytkondensator, stehend
C10	(**)	47-μF/16-V-Elektrolytkondensator, stehend
C11	(*)	4700-μF/16-V-Elektrolytkondensator

Halbleiterbauelemente

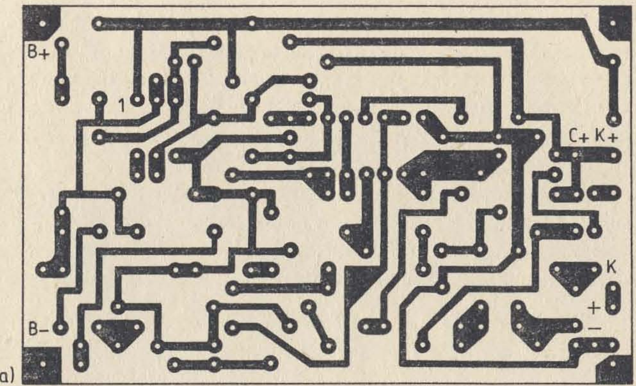
N1		Open-collector-Operationsverstärker B 861 D (B 761 D)
D1		Schmitt-Trigger-CMOS-Schaltkreis V 4093 D
V1	(**)	Siliziumtransistor SC 238 d o. ä.
V2	(**)	Siliziumtransistor SF 126 D o. ä.
V3, V4		Siliziumtransistor SC 238 d o. ä.
VD1, VD2		Silizium-Planardiode SAY 20 o. ä., stehend
VD4, VD5	(**)	Silizium-Planardiode SAY 20 B o. ä., (liegend; axial)
VD3, VD8, VD9		Silizium-Gleichrichterdiode SY 360/1
VD6		Thyristor ST 103/1 o. ä.
VD7		Silizium-Z-Diode SZX 21/10
H1		Leuchtdiode VQA 27 o. ä. (grün)
H2		Leuchtdiode VQA 13 o. ä. (rot)

Sonstiges

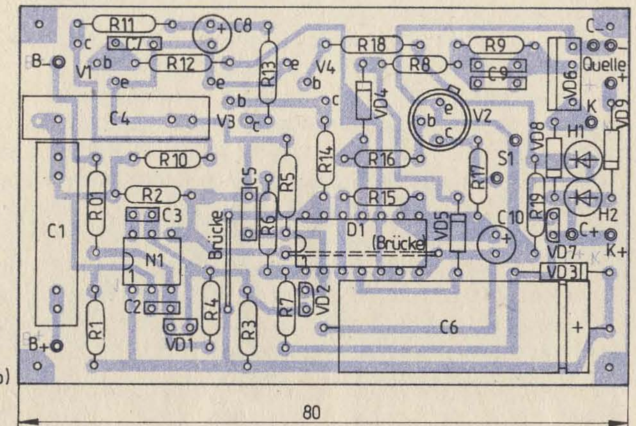
BM1	(*)	Dynamisches Mikrofon oder Kleinlautsprecher
S1	(*) (**)	Taster
K1	(*)	12-V-Impulsrelais für 220 V Schaltspannung

Leiterplatte nach Bild 23 bzw. nach Bild 22
2 Drahtbrücken
10 Lötnägel oder Stecklötösen

(*) außerhalb der Leiterplatte
(**) nur für Bild 13/23



23a



23b

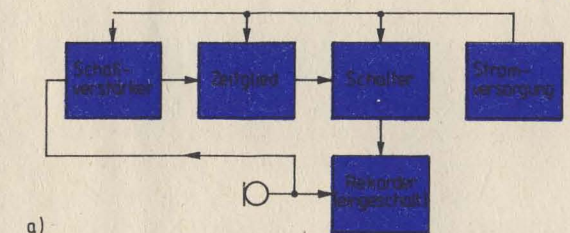
Bild 23
Leiterplatte für den komplexeren Schalter nach Bild 13; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

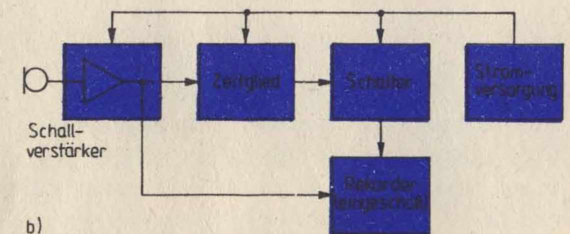
Bild 24
Aufwand für schallgeschaltetes Kassettengerät (Prinzip)

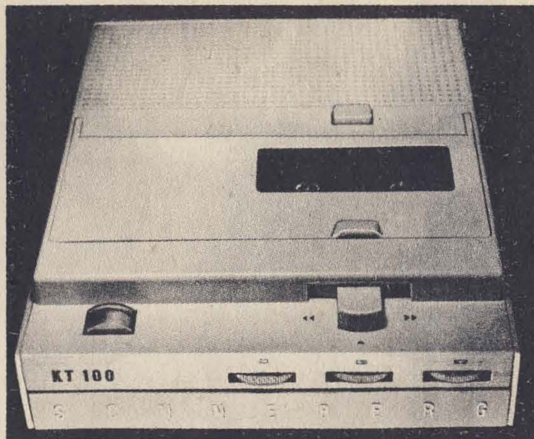
Bild 25
Feste Zeitbegrenzung durch Starten eines Zeitschalters

Bild 26
Vorschläge für kombinierten Einsatz nur eines Mikrofons für die Funktionen Schallschalter und Aufnahme; a – direkte Signalabnahme am Mikrofon, b – Abnahme am OPV-Ausgang (OPV muß dann so beschaltet werden, daß er beide Halbwellen gleichberechtigt verstärkt!)

26







27a

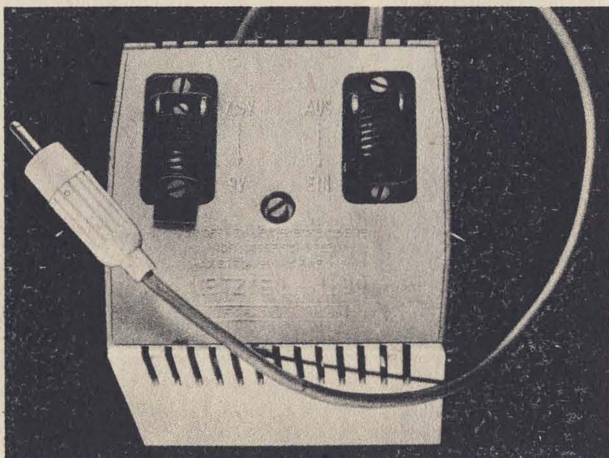

27b

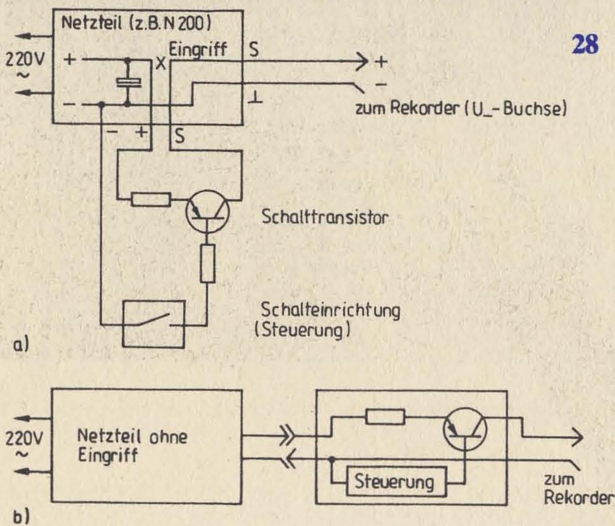
Bild 27
Recorder-»Klassiker« *KT100* – gerade recht für Neueinsatz; a – Recorder, b – Beistell-Netzgerät *N200*

Bild 28
Netzteil *N200* o. ä., über Schallschalter aktiviert; a – Eingriff in das Netzgerät, b – mit zusätzlichen Steckverbindern

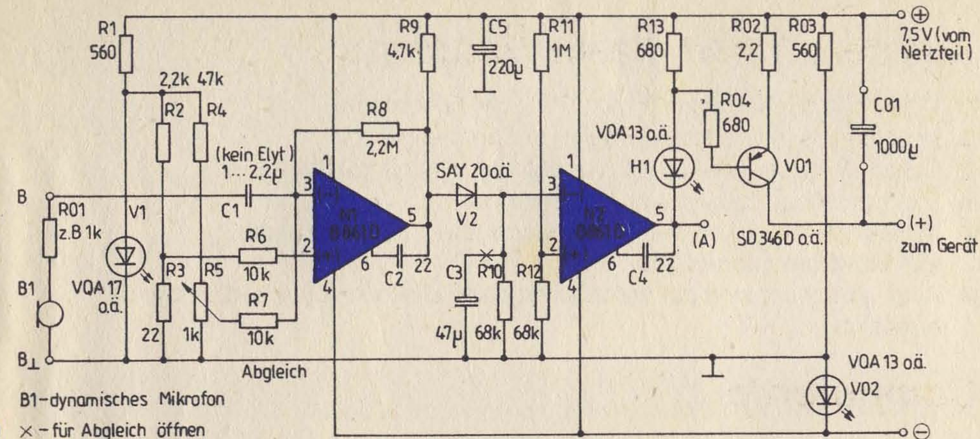
Bild 29
2-Mikrofon-Lösung für *KT100* u. ä.; a – erweiterter Schallschalter nach Bild 1, b – Übersichtsschaltplan

Bild 30
Vielseitige Lösung für *GC6020* u. ä; Betrieb aus externer oder interner 9-V-Spannungsquelle, tauglich für 2- wie für 1-Mikrofon-Ansteuerung (dargestellt: für 1 Mikrofon), auch für Computerzwecke geeignet

Bild 31
Steckerinformationen zu Bild 30; oben Stecker für Speisung aus externer Quelle, unten Buchsenbelegung für Mikrofon

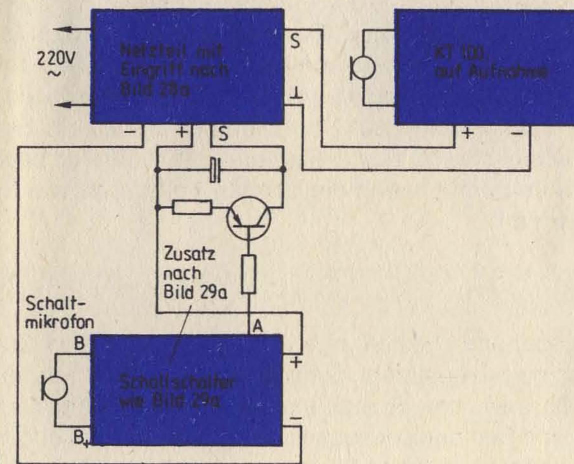


28

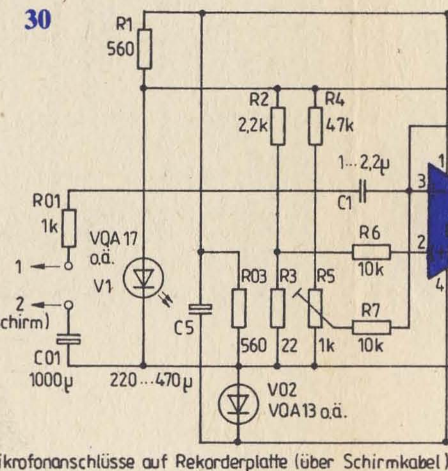


29a

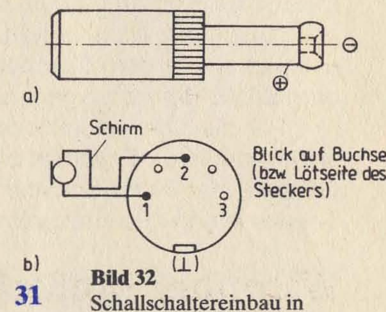
33a



29b

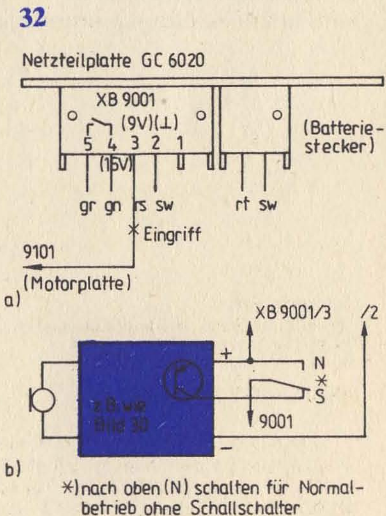


30

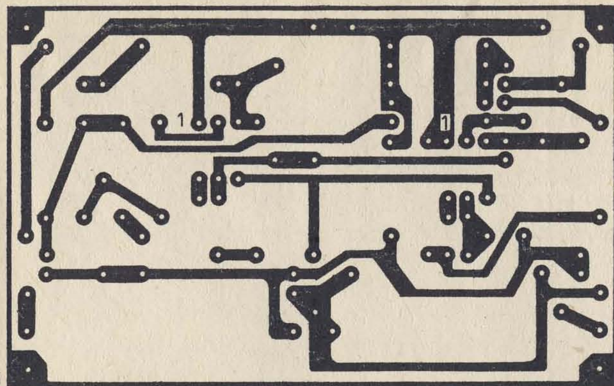


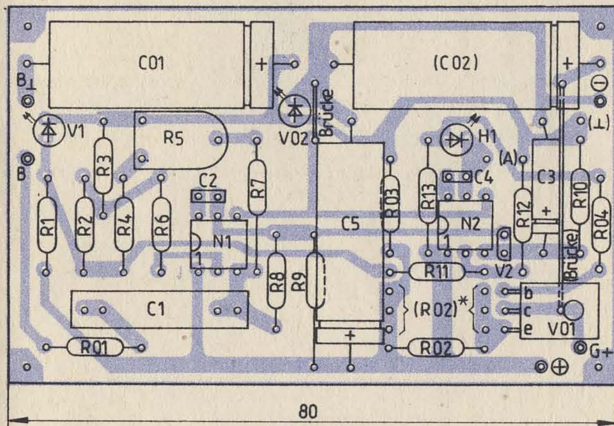
31

Bild 32
Schallschaltereinbau in *GC6020* u. ä.: a – Auftrennen des Stromkreises für die Motorsteuerung, b – Einschleifen des Schallschalters, abschaltbar bei Bedarf z. B. über Simeto-Schalter



32


a)



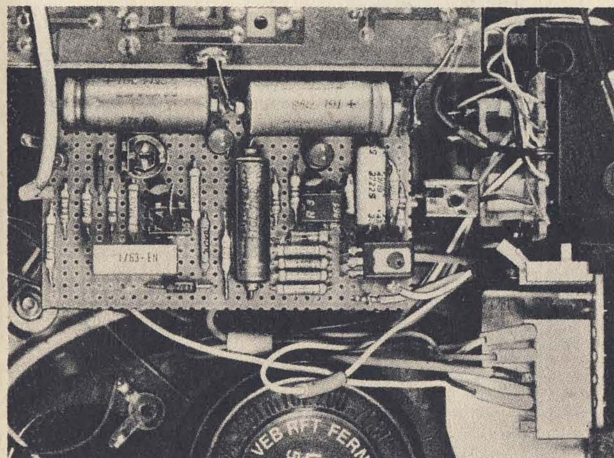
b)

80

( ) bei Bedarf;)* Parallelschalten größerer Werte

33b

33c



Stückliste zu Bild 30/33
Schallschalter für Recorder

Widerstände

R01	1 kΩ
R02	2,2 Ω (oder 4 × 10 Ω parallel)
R03	560 Ω
R04, R13	560 … 680 Ω
R1 … R12	wie für Bild 1/3

Kondensatoren

C1 … C5	wie für Bild 1/3
C01, C02	1000-μF/10-V-Elektrolytkondensator

Halbleiterbauelemente

N1, N2	wie für Bild 1/3
V01	Leistungstransistor D 346 o. ä.
V02	Leuchtdiode VQA 13 o. ä.
V1, H1	wie für Bild 1/3

Sonstiges

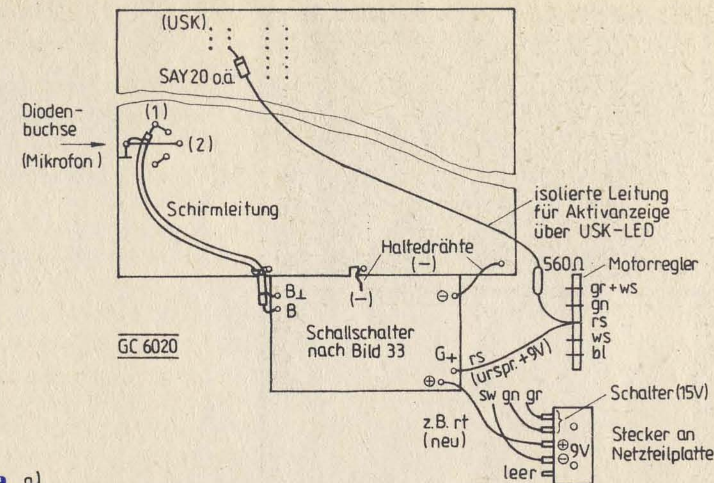
B1 (*) Recordermikrofon (dynamisch)
Leiterplatte nach Bild 33
2 Drahtbrücken
5 Lötnägel oder Stecklötösen
etwa 120 mm NF-Schirmleitung (1adrig)

(*) außerhalb der Leiterplatte, Recorderzubehör

Bild 33
Leiterplatte zu Bild 30; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan, c – Handmuster im Einsatz

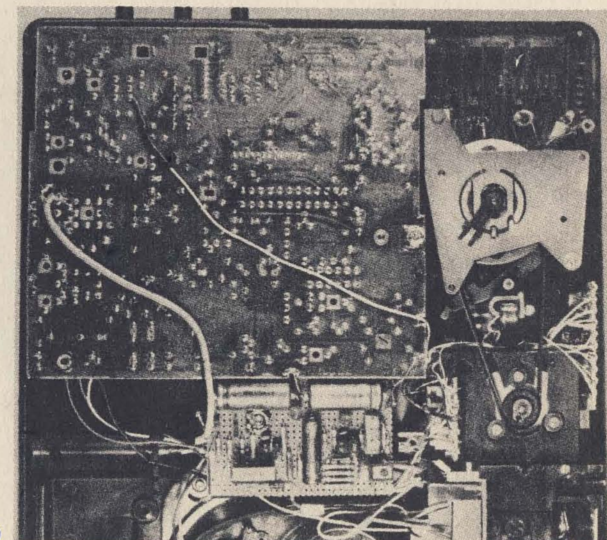
36





34a a)

Bild 34
1-Mikrofon-Lösung mit Speisung aus dem internen Netzteil und Aktivanzeige über USK-LED; a – Verdrahtungsskizze (nicht maßstäblich), b – Musterlösung. Bei Neuanschluß des FE/CR-Schalters auch wahlweise Normalbetrieb möglich



34b

35

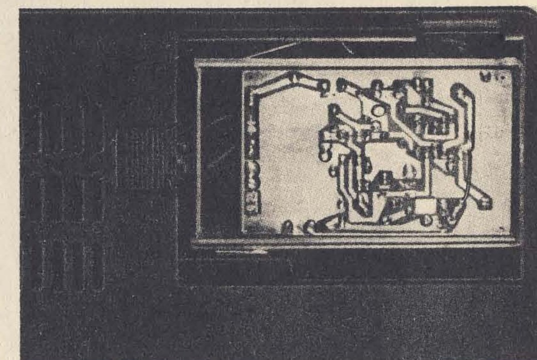


Bild 35
Mögliche Alternative: Leiterplatte 50 mm × 80 mm paßt in Batteriefach des »GC«; »Isolierwanne« aus abgesägtem Teilstück eines Diabehälters (abgebildete Leiterplatte nur Größenbeispiel)

Bild 36
Zur Erinnerung: Das ist der benutzte *GC 6020*

Aus dem Inhalt dieses Bauplans

- Vielseitiger Schallschalter mit OPV – mit Leiterplatte
- Impulsrelais mit batteriegespeistem Energiespeicher
- Schall-Wechselschalter in 2 Varianten – mit Leiterplatten
- Elektronischer Zettelkasten für Besucher
- In Rekorder integrierbare Sprachsteuerung – mit Leiterplatte; auch für Computereinsatz
- Alle Leiterbilder sind auf ätzfester typofix-Folie in Amateurbedarfshandel erhältlich.

Computertip

Der Schallschalter nach Bild 33 läßt sich zum kontrolltongesteuerten Auslagern von Daten und Programmen an Computern nutzen, die kein entsprechendes Schaltsignal ausgeben. Dazu gehören Z9001, KC85/1 usw. Dazu Rekorder über die Diodenbuchse mit dem Computer verbinden und auf Aufnahme schalten. Der nach dem SAVE-Befehl ausgegebene Kennton schaltet den Rekorder automatisch ein.

Für die Schnellfunktionen ist Umschalten auf Normalbetrieb mit einem Einschalter sinnvoll. Er wird in Bild 34 zwischen G+ und + gelegt. Dafür läßt sich beim GC6020 der Fe/Cr-Schalter »verfremden«, wenn die übrigen Leiterzüge wie für Schaltstellung »Fe« festgelegt werden.

Wichtiger Hinweis

Alle in diesem Bauplan wiedergegebenen Schaltungen und Verfahren sind ausschließlich für Amateur- und Lehrzwecke bestimmt. Sie wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einhaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht auszuschließen. Für Mitteilungen dieser Art sind Autor und Verlag jederzeit dankbar. Für eventuell auftretende Fehler wird keine Haftung übernommen.

Schlenzig, Klaus:
Schalten mit Schall.-Berlin: Militärverlag der DDR, 1990.–
32 Seiten: 36 Bilder – (Bauplan 72)

ISBN 3-327-00867-1

1. Auflage, 1990 · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1990 · Lizenz-Nr. 5 ·
Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen BT Falkenstein · Lektor: Wolfgang Stammler · Typografie: Catrin Kliche · Redaktionsschluß: 17. April 1989 · LSV: 3539 · Bestellnummer: 747 263 8 · 00100